البحوث والاتجاهات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)

مراجعة منهجية للبحوث المنشورة في المجلات العلمية

Research and trends in STEM education a systematic:
review of journal publications



تأليف
يبينج لي
كي وانج
يو زياو
جفري فرويد
ترجمة
عبدالله أحمد آل عطية



البحوث والاتجاهات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) مراجعة منهجية للبحوث المنشورة في المجلات العلمية

Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications

تأليف

يبينج لي، كي وانج، يو زياو وجفري فرويد

ترجمة

عبدالله أحمد آل عطية







رقم الإيداع 1442/1025
ردمك 978-603-03-5514-1


أهم جروبات على تليجرام
باحثون
هنا سور الازبكية
غواص في بحر الكتب
قناة مصر الثقافية و الفنية

تمت ترجمة هذه المقالة بإذن من المؤلفين

Original Article Details

Li, Yeping; Wang, , Ke; Xiao, Yu and Froyd, Jeffrey E. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, *7*(11), 1-16.

Available on:

https://stemeducationjournal.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40594-020-00207-6

Abbreviations ICT:

Information and Communications Technology; IJ-STEM: International Journal of STEM Education; K-12: Kindergarten–Grade 12; SMET: Science, Mathematics, Engineering, and Technology; STEAM: Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics; STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics

Authors' contributions:

YL conceptualized the study and drafted the manuscript. KW and YX contributed with data collection, coding, and analyses. JEF reviewed drafts and contributed to manuscript revisions. All authors read and approved the final manuscript.

Funding: Not applicable

Availability of data and materials:

The data and materials used and analyzed for the report are publicly available at the various journal websites.

Competing interests:

The authors declare that they have no competing interests.

Author details:

1 Texas A&M University, College Station, TX 77843-4232, USA. 2 Nicholls State University, Thibodaux, LA 70310, USA. 3 Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA.

Received: 10 February 2020 Accepted: 12 February 2020 References.

Published online: 10 March 2020



بريد الكتروني info@ thuraia.co الرياض – المملكة العربية السعودية

مقدمة المترجم

يحظى تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات باهتمام عالمي منقطع النظير وذلك للآمال المعلقة عليه في اسهامه في حل الكثير من المشكلات والتحديات التي تواجه الدول. ومع التغيرات السريعة في مجال تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات على الصعيد الدولي غالبًا ما يصعب على الباحثين الحصول على فكرة عامة عن الموضوعات الساخنة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات خاصةً مع ظهور عدد كبير من بحوث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في مجموعة واسعة من المجلات العلمية في مجالات مختلفة. مما ساق المؤلفين لهذه المقالة إلى تقصي البحوث والاتجاهات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، ولشح البحوث والمصادر العربية في حقل تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات يحتم على المهتمين والباحثين العرب ضرورة السعي المستمر في دعم هذا المجال تحسباً للإسهام في التنمية بشتى صورها في الدول العربية، ومن هذا المنطلق أتت فكرة ترجمة هذه المقالة الحديثة التي قدمت لمحة عامة عن حالة واتجاهات أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات عالمياً، وذلك من خلال تسليط الضوء على العديد من الجوانب ذات الأهمية التي يتوقع أن تنعكس على تطور البحث في هذا المجال، ويؤمل الباحث أن تسهم هذه الترجمة في خدمة الباحثين وطلاب الدراسات العليا والمهتمين بتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في الوقوف على آخر المستجدات والاتجاهات العالمية في هذا المجال.

وفي الختام لا يسعني هنا سوى تقديم الشكر للمؤلفين على إذنهم بترجمة هذه المقالة ونقلها إلى اللغة العربية من أجل الإسهام في تقديم صورة عامة لواقع البحوث والاتجاهات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات للباحث العربي.

وأخيرا وبالتعاون مع الناشر فإن هذا العمل مجاني للتداول والانتفاع به مع ضرورة الإشارة للمؤلفين والمترجم والناشر عند الاقتباس منه. وكلي رجاء في الله تعالى أن يجعل هذه الترجمة صدقة جارية مقبولة لوالدي رحمه الله تعالى.

المترجم

د. عبدالله بن أحمد آل عطية

في ١٩/١٠/ ١٤٤١ هـ الموافق ١١/٩/٢٠٢٠م


أهم جروبات على تليجرام
باحثون
هنا سور الأزبكية
غواص في بحر الكتب
قناة مصر الثقافية و الفنية

البحوث والاتجاهات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)
مراجعة منهجية للبحوث المنشورة في المجلات العلمية

الباحثون: يبينج لي، كي وانج، يو زياو وجفري فرويد **المترجم:** عبدالله أحمد آل عطية

الملخص

مع الزيادة المطردة في كم الأبحاث العلمية التي تناولت تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في السنوات الأخيرة، تدعم مراجعات الحالة والاتجاهات في أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات دوليًا تطوير هذا المجال. في هذه المراجعة، أجرينا تحليلاً منهجيًا لـ ٧٩٨ مقالة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) تم نشرها بين عام ٢٠٠٠ ونهاية عام ٢٠١٨ في ٣٦ مجلة للحصول على نظرة عامة حول آخر التطورات في مجال تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. لقد فحصنا تلك البحوث المنشورة في المجلات المختارة كمًا ونوعًا، بما في ذلك عدد المقالات المنشورة، والمجلات التي تم نشر المقالات فيها، وجنسية المؤلفين، وموضوع البحث ومنهجيته على مر السنين. تظهر النتائج أن البحث في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات يزداد أهمية دوليًا وأن هوية المجلات التربوية الخاصة بالعلوم والتقنية والهندسة والرياضيات تزداد وضوحًا بمرور الوقت.

الكلمات المفتاحية: بحث منشور في مجلة علمية، مراجعة الأدبيات، الحالة، بحوث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)، الاتجاهات.



Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications

Yeping Li, Ke Wang, Yu Xiao and Jeffrey E. Froyd

Abstract

With the rapid increase in the number of scholarly publications on STEM education in recent years, reviews of the status and trends in STEM education research internationally support the development of the field. For this review, we conducted a systematic analysis of 798 articles in STEM education published between 2000 and the end of 2018 in 36 journals to get an overview about developments in STEM education scholarship. We examined those selected journal publications both quantitatively and qualitatively, including the number of articles published, journals in which the articles were published, authorship nationality, and research topic and methods over the years. The results show that research in STEM education is increasing in importance internationally and that the identity of STEM education journals is becoming clearer over time.

Keywords: Journal publication, Literature review, Status, STEM education research, Trends.



مقدمة Introduction

أظهرت مراجعة حديثة لـ ١٤٤ منشورًا في المجلة الدولية لتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (IJ-STEM) كيف تطورت المعرفة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) بين أغسطس ٢٠١٤ ونهاية ٢٠١٨ من خلال عدسة مجلة واحدة (Li, Froyd, & Wang, 2019). دفعت مراجعة المقالات المنشورة في مجلة واحدة فقط خلال فترة زمنية قصيرة الحاجة إلى مراجعة الحالة والاتجاهات في أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات دوليًا من خلال تحليل المقالات المنشورة في مجموعة أوسع من المجلات على مدى فترة زمنية أطول.

مع الاعتراف العالمي بالأهمية المتزايدة لتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، شهدنا الحاجة الملحة لدعم البحث في حقل المعرفة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (Li, 2014, 2018a). استجاب الباحثون والمعلمون لهذه الدعوة الجارية ونشروا أعمالهم العلمية من خلال العديد من منافذ النشر المختلفة بما في ذلك المجلات والكتب ووقائع المؤتمرات.

أظهر بحث بسيط على محرك البحث جوجل Google باستخدام مصطلح "STEM" أو " STEM education" أو "STEM education research" أكثر من ٤٥٠،٠٠٠،٠٠٠ عنصر. تُظهر هذه المعلومات الضخمة أن مجال تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات سريع التطور ونابض بالحياة، وتلقي الضوء على حجم الأبحاث في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في أي حقل، فمن المهم معرفة وفهم حالة واتجاهات المعرفة في مجال تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات لتطويره ودعمه بشكل مناسب.

يعد إجراء مراجعات منهجية لاستكشاف الحالة والاتجاهات في تخصصات معينة أمر شائع في البحث التربوي. على سبيل المثال، قام الباحثون بمسح التطور التاريخي للبحث في تعليم الرياضيات (Kilpatrick, 1992) ودرسوا أنماط استخدام التقنية في تعليم الرياضيات (Bray & Tangney, 2017; Sokolowski, Li, & Willson, 2015) . وفي تعليم العلوم، أجرى تساي (Tsai) وزملاؤه سلسلة من مراجعات المقالات الصحفية لتجميع اتجاهات البحث في كل ٥ سنوات منذ ١٩٩٨ (أي، ١٩٩٨–٢٠٠٢، ٢٠٠٣–٢٠٠٧، ٢٠٠٨–٢٠١٢، ٢٠١٣–٢٠١٣)، بناءً على بحوث في ثلاث مجلات رئيسية لتعليم العلوم بما في ذلك، تعليم العلوم، المجلة الدولية لتعليم العلوم، ومجلة البحث في تدريس العلوم (على سبيل المثال : "Lin, Lin, Potvin, & Tsai, 2019; Tsai & Wen, 2005").

وراجع كل من إردوران وأوزديم وبارك (Erduran, Ozdem, and Park, 2015) الجدل في أبحاث تعليم العلوم من ١٩٩٨ إلى ٢٠١٤، وراجع مينر وليفي وسينشري (Minner, Levy, and Century, 2010) تعليمات العلوم القائمة على الاستقصاء بين عامي ١٩٨٤ و ٢٠٠٢. وهناك أيضًا

العديد من مراجعات الأدب والتوليفات في الهندسة والتعليم التقني (على سبيل المثال: " Borrego, Foster, & Froyd, 2015; Xu, Williams, Gu, & Zhang, 2019"). تم تلقي جميع هذه المراجعات بشكل جيد في مجالات مختلفة من التعليم النظامي التقليدي لأنها تقوم بتقييم وتلخيص نقدي لأحدث البحوث ذات الصلة في مجال بشكل عام أو مع تركيز محدد. تم إجراء كلا النوعين من المراجعات بأساليب مختلفة لتحديد وجمع وتحليل البحوث المنشورة ذات الصلة، وهي تختلف من حيث هدف المراجعة ونطاق الموضوع والفترة الزمنية وطرق اختيار الأدب. في هذه المراجعة، نقوم بتحليل البحوث المنشورة في المجلات بشكل منهجي في أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) لإلقاء نظرة عامة على تطور المعرفة في مجالات تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) على نطاق واسع وعالمي.

تعقد وغموض دراسة واقع وتوجهات بحوث تعليم STEM

The complexity and ambiguity of examining the status and trends in STEM education research

تكون مراجعة تطور البحث في مجال ما مباشرة إلى الأمام، عندما يكون المجال ناضجًا ويمكن تحديد نطاقه جيدًا. وعلى عكس أبحاث التعليم القائمة على فروع[١] المعرفة التخصصية (DBER, National Research Council, 2012)[٢]، فإن تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ليس فرعاً محددًا بشكل جيد. يتطلب إجراء مراجعة أدبية شاملة لأبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات تفكيرًا دقيقًا ونطاقًا محددًا بوضوح لمعالجة التعقيد المرتبط بشكل طبيعي بتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. في الأقسام الفرعية التالية، نقدم المزيد من المناقشة.

وجهات نظر متنوعة حول STEM وتعليم STEM

Diverse perspectives about STEM and STEM education

إن تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) كما هو موضح في المصطلح ليس له تاريخ طويل. يمكن إرجاع الاهتمام بمساعدة الطلاب على التعلم عبر مجالات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات إلى التسعينات عندما قامت مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية (NSF)[3] بتضمين الهندسة والتقنية رسميًا مع العلوم والرياضيات في التعليم الجامعي والتعليم الأساسي K-12 (على سبيل المثال، مؤسسة العلوم الوطنية[4]، ١٩٩٨). وعرف باختصار SMET العلوم والرياضيات والهندسة والتقنية[5]) وتم استخدامه لاحقًا من قبل وكالات أخرى

---

[١] استخدم المترجم كلمة "فروع" للدلالة على المجالات المعرفية المستقلة مثل فرع العلوم وفرع الرياضيات.. الخ

[٢] المجلس الوطني للبحوث. المترجم

[3] US National Science Foundation

[4] National Science Foundation

[5] science, mathematics, engineering, and technology

بما في ذلك الكونجرس الأمريكي (على سبيل المثال، لجنة مجلس النواب بالولايات المتحدة الأمريكية للعلوم،[٦] ١٩٩٨).

وقامت مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية NSF (٧) أيضًا بوضع اختصار STEM ليحل محل SMETعلى سبيل المثال: "Christenson, 2011; Chute, 2009 ")، وأصبح STEM الاختصار المفضل. ومع ذلك، لم يتم التوصل إلى توافق في الآراء بشأن التخصصات المدرجة في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

ولتوضيح مقاصدها، نشرت NSF قائمة الحقول المعتمدة التي تعتبرها تحت مظلة العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (انظر "http://bit.ly/2Bk1Yp5"). ولا تتضمن القائمة التخصصات التي يتم النظر فيها على نطاق واسع تحت مظلة (STEM) (تسمى التخصصات "الأساسية"، مثل الفيزياء والكيمياء وأبحاث المواد) فحسب، بل تشمل أيضًا التخصصات في علم النفس والعلوم الاجتماعية (مثل العلوم السياسية والاقتصاد). ومع ذلك، فإن قائمة NSF لحقول العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات غير متسقة مع الوكالات الفيدرالية الأخرى. أشار غونزاليس وكوينزي (Gonzalez and Kuenzi, 2012) إلى أن وكالتين أمريكيتين على الأقل، وزارة الأمن الداخلي والهجرة والجمارك، تستخدمان تعريفًا أضيق يستبعد العلوم الاجتماعية. كما ينظر الباحثون أيضًا إلى التكامل عبر مختلف تخصصات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات بشكل مختلف باستخدام مصطلحات مختلفة مثل، متعدد التخصصات Multidisciplinary، وبين التخصصات Interdisciplinary، وعبر التخصصات Transdisciplinary (Vasquez, Sneider, & Comer, 2013)، وهذان مثالان فقط للغموض والتعقيد في وصف وتحديد ما يتضمنه (STEM).

تضيف وجهات نظر متعددة حول معنى تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات مزيدًا من التعقيد لتحديد مدى تصنيف النشاط العلمي على أنه تعليم نظام. على سبيل المثال، يمكن النظر إلى تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات من منظور واسع وشامل ليشمل التعليم في التخصصات بشكل مفرد في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، أي تعليم العلوم، والتعليم التقني، والتعليم الهندسي، وتعليم الرياضيات، بالإضافة إلى مجموعات بين التخصصات أو تخصصات متقاطعة من تخصصات STEM المفردة (English, 2016; Li, 2014). من ناحية أخرى، هناك من ينظر إلى تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات على أنه يشير فقط إلى مجموعات متعددة التخصصات أو التخصصات المتقاطعة من تخصصات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات المفردة (Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014; Johnson, Peters-Burton, & Moore, 2015; Kelley & Knowles, 2016; Li, 2018a).

---

[6] United States Congress House Committee on Science

[7] National Science Foundation

تتيح هذه المنظورات المتعددة للباحثين نشر مقالات في مجموعة واسعة ومجالات متنوعة، طالما أن الدوريات مستعدة لاتخاذ هذا الموقف على أنها مرتبطة بتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. وفي الوقت نفسه، يمثل هذا الوضع تحديات كبيرة للباحثين الذين ينوون تحديد مكان وتصنيف الأبحاث المنشورة كأبحاث في مجال تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

ولمواجهة هذه التحديات، حاولنا معرفة ما يمكننا تعلمه من المراجعات السابقة المتعلقة بتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM.

إرشادات من المراجعات السابقة المتعلقة بتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)

وجد البحث عن مراجعات لأبحاث تعليم العلوم والهندسة والرياضيات (STEM) مراجعات متعددة يمكن أن تقترح مناهج لتحديد البحوث المنشورة (على سبيل المثال: " Brown, 2012; Henderson, Beach, & Finkelstein, 2011; Kim, Sinatra, & Seyranian, 2018; Margot & Kettler, 2019; Minichiello, Hood, & Harkness, 2018; Mizell & Brown, 2016; Thibaut et al., 2018; Wu & Rau, 2019"). استعرضت المراجعة التي أجراها براون (Brown, 2012) قاعدة البحث في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

تناول التعقيد والغموض من خلال قصر المراجعة مع البحوث المنشورة في ثماني مجلات، واثنتان في كل تخصص فردي، ومجلة بحث أكاديمية واحدة (على سبيل المثال، مجلة البحث في تدريس العلوم) ومجلة ممارس (مثل مدرس العلوم). تم اختيار الدوريات بناءً على اقتراحات بعض أعضاء هيئة التدريس ومعلمي الروضة حتى الصف الثاني عشر. من بين ١١٠٠ مقالة نُشرت في هذه المجلات الثمانية من ١ يناير ٢٠٠٧ إلى ١ أكتوبر ٢٠١٠، وجد براون (Brown) ٦٠ مقالًا حدد المؤلفون أنفسهم على أنها مرتبطة بتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. ووجد أن الغالبية العظمى من هذه المقالات الستين ركزت على قضايا خارجة عن التخصص الفردي وكان هناك قاعدة بحثية لتشكيل تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

وفي دراسة تتبعية استعرض ميزل وبراون (Mizell, and Brown , 2016) المقالات المنشورة من يناير ٢٠١٣ إلى أكتوبر ٢٠١٥ في نفس المجلات الثمانية بالإضافة إلى مجلتين إضافيتين. استخدم ميزيل وبراون نفس المعايير لتحديد وإدراج المقالات التي حددها المؤلفون ذاتيًا على أنها مرتبطة بتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، أي إذا قام المؤلفون بتضمين العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في العنوان أو الكلمات المفتاحية التي قدمها المؤلف. بالمقارنة مع نتائج براون، وجدوا أن العديد من مقالات STEM تم نشرها في فترة زمنية أقصر ومن قبل باحثين من العديد من المؤسسات الأكاديمية المختلفة.

ويميل كل من براون (Brown, 2012)، وميزيل وبراون (Mizell and Brown, 2016) إلى اقتراح أن تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات يتألف أساسًا من مجموعات متعددة التخصصات أو عبر

التخصصات من تخصصات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات الفردية، ولكن نهجهم يتألف من اختيار عدد محدود من المجلات الفردية القائمة على فروع المعرفة التخصصية ثم اختيار المقالات التي حددها المؤلفون بأنها مرتبطة بتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

وعلى النقيض من المراجعات حول تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، بشكل عام، ركزت المراجعات الأخرى على قضايا محددة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (على سبيل المثال: " Henderson et al., 2011; Kim et al., 2018; Margot & Kettler, 2019; Minichiello et al., 2018; Schreffler, Vasquez III, Chini, & James, 2019; Thibaut et al., 2018; Wu & Rau, 2019")، فمراجعة هندرسون وآخرون (Henderson et al, 2011) على سبيل المثال ركزت على التغيير التربوي في مقررات STEM الجامعية بناءً على ١٩١ مقالاً لمجلات نظرية وتجريبية تم نشرها بين عامي ١٩٩٥ و ٢٠٠٨. وركزت مارجرت وكتلر (Margot and Kettler, 2019) على ما هو معروف عن قيم المعلمين ومعتقداتهم والعوائق المتصورة والدعم المطلوب المتعلق بتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) استنادًا إلى ٢٥ مقالة في المجلة التجريبية نشرت بين عامي ٢٠٠٠ و ٢٠١٦.

وسمح تركيز هذه المراجعات للباحثين بالحد من عدد المقالات التي تم النظر فيها، واستخدموا عادةً البحث عن الكلمات المفتاحية لقواعد البيانات المحددة لتحديد المقالات حول تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. واستخدم بعض الباحثين هذا النهج لتحديد البحوث المنشورة من المجلات فقط (على سبيل المثال:" Henderson et al., 2011; Margot & Kettler, 2019; Schreffler et al., 2019"). وآخرون اختاروا استعراض البحوث المنشورة خارج المجلات (على سبيل المثال: " Minichiello et al., 2018; Thibaut et al., 2018; Wu & Rau, 2019").

الخلاصة Summary

تقترح المناقشة في هذا القسم أسبابًا محتملة تساهم في عدم وجود مراجعة أدبية عامة للبحث والتطوير في مجال تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات هي: (١) وجهات النظر المتنوعة حول العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات وتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) والتي تساهم في صعوبة تحديد نطاق مراجعة الأدبيات، (٢) تاريخ تطورها القصير والسريع مقارنة بالتعليم القائم على فروع المعرفة التخصصية (مثل تعليم العلوم)، و (٣) صعوبات في تحديد كيفية تحديد نطاق مراجعة الأدبيات. فيما يتعلق بالسبب الثالث، استخدمت المراجعات المسبقة أحد النهجين لتحديد واختيار المقالات: (أ) تحديد المجلات المحددة أولاً ثم البحث عن مقالات معينة واختيارها من هذه المجلات (على سبيل المثال: " Brown, 2012; Erduran et al., 2015; Mizell & Brown, 2016")، و (ب) إجراء عمليات بحث محددة في قاعدة البيانات باستخدام

الكلمات المفتاحية بناءً على تركيز محدد (على سبيل المثال: " Margot & Kettler, 2019; Thibaut et al., 2018"). ومع ذلك، لا يؤدي النهج الأول لاختيار عدد محدود من المجلات الفردية القائمة على فروع المعرفة التخصصية ولا النهج الثاني لاختيار تركيز معين للمراجعة إلى نهج يوفر نظرة عامة على تطور المعرفة في تعليم STEM بناءً على البحوث المنشورة في المجلات الموجودة.

المراجعة الحالية Current review

تم تحديد مسألتين في تحديد نطاق هذه المراجعة.

١. ما هي الفترة الزمنية التي يجب مراعاتها؟

٢. ما هي البحوث المنشورة التي سيتم اختيارها للمراجعة؟

الفترة الزمنية Time period

اخترنا أن نبدأ بالسهل أولاً، كما نوقش أعلاه، كان الاختصار STEM موجودًا حتى أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين. على الرغم من أن وجود الاختصار لا يولد معرفة حول تعلم الطلاب في تخصصات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات؛ إلا أنه أمر رمزي ويساعد على تركيز الانتباه على الجهود في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات؛ ونظرًا لأننا نريد فحص الحالة والاتجاهات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)، فمن المعقول أن نبدأ من عام ٢٠٠٠. ثم يمكننا استخدام اختصار العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) كمعرف في تحديد المقالات البحثية المحددة بطريقة يفعلها الآخرون (على سبيل المثال: " Brown, 2012; Mizell & Brown, 2016"). واخترنا نهاية عام ٢٠١٨ كنهاية للفترة الزمنية لمراجعتنا التي اجريناها خلال عام ٢٠١٩.

التركيز على البحوث المنشورة خارج المجلات العلمية القائمة على فروع المعرفة التخصصية Focusing on publications beyond individual discipline-based journals

كما ذكرنا من قبل، استجاب الباحثون للدعوة لتطوير المعرفة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) من خلال البحوث المنشورة التي ظهرت في مختلف المنافذ واللغات المتنوعة، بما في ذلك المجلات والكتب ووقائع المؤتمرات. ومع ذلك، عادةً ما يتم اعتماد البحوث المنشورة في المجلات وتقديرها باعتبارها واحدة من أهم المنافذ لتبادل البحوث (على سبيل المثال: " Erduran et al., 2015; Henderson et al., 2011; Lin et al., 2019; Xu et al., 2019"). وهكذا، في هذه المراجعة، سنركز على المقالات المنشورة في المجلات باللغة الإنجليزية.

يشير الخطاب أعلاه حول التعقيد والغموض فيما يتعلق بتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات إلى أن الباحثين قد ينشروا أبحاثهم في مجموعة واسعة من المجلات خارج المجلات العلمية القائمة على فروع المعرفة التخصصية – يقصد بها المجلات العلمية المتخصصة في حقل معرفي واحد مثل مجلات بحوث تدريس العلوم[٨]–. وللبحث واختيار المقالات من مجموعة واسعة من المجلات، فكرنا في منهج البحث في قواعد البيانات المختارة باستخدام الكلمات المفتاحية كما استخدمها باحثون آخرون في مراجعة تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات مع تركيز محدد. ومع ذلك، فإن المجلات الموجودة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ليس لها تاريخ طويل. في الواقع، IJ-STEM هي أول مجلة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) تم قبولها للتو في مؤشر استشهاد العلوم الاجتماعية SSCI (Li, 2019a). لا تتوفر البحوث المنشورة في العديد من مجلات تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات عمليًا في العديد من قواعد البيانات المهمة والشائعة، مثل شبكة العلوم (Web of Science) و سكوبس Scopus. علاوة على ذلك، لم يتم تطبيع بعض المجلات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات بسبب تغيير اسم المجلة أو جدول النشر غير المنتظم. على سبيل المثال سميت مجلة Journal of STEM Education عندما بدأت في عام ٢٠٠٠م باسم Journal of SMET Education وكانت بتنسيق طباعة، ولم يتغير هذا المسمى للمجلة حتى عام ٢٠٠٣، وابتداء من عام ٢٠٠٤ نشر المجلد ٤ (٣ و ٤) بالكامل على الإنترنت (Raju & Sankar, 2003). ولن يتمكن بحث "الباحث العلمي" Google Scholar البسيط باستخدام الكلمات المفتاحية من تقديم معلومات دقيقة، إلا إذا قمت بزيارة موقع المجلة على الويب للتحقق من جميع البحوث المنشورة على مر السنين. هذه التعقيدات المضافة منعتنا من أخذ البحث في قاعدة البيانات كنهج قابل للتطبيق. وهكذا، قررنا تحديد المجلات أولاً ثم البحث عن المقالات واختيارها من هذه المجلات، ولمزيد من التفاصيل حول المنهج أنظر في قسم "منهج البحث".

الأسئلة البحثية Research questions

بالنظر إلى نطاق أوسع من المجلات وفترة زمنية أطول ليتم تغطيتها في هذه المراجعة، يمكننا فحص بعض الأسئلة نفسها مثل مراجعة IJ-STEM (Li, Froyd, & Wang, 2019)، ولكن ليس لدينا إمكانية الوصول إلى البيانات المتعلقة بالقراء، أو المقالات التي تم الوصول إليها، أو المقالات المذكورة في المجلات الأخرى المحددة لهذه المراجعة. على وجه التحديد، نحن مهتمون بمعالجة أسئلة البحث الستة التالية:

١. ما هي حالة واتجاهات أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) من عام ٢٠٠٠ حتى نهاية عام ٢٠١٨ بناءً على البحوث المنشورة في المجلات؟

[٨] المترجم

٢. ما هي أنماط البحوث المنشورة في أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) عبر المجلات المختلفة؟

٣. ما هي الدول أو المناطق، بناءً على البلدان أو المناطق التي يوجد فيها المؤلفون، التي ساهمت في البحوث المنشورة في المجلات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)؟

٤. ما هي أنماط البحوث المنشورة ذات المؤلف الواحد والمؤلفين المتعددين في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)؟

٥. ما هي المواضيع الرئيسية التي ظهرت في أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) بناءً على البحوث المنشورة في المجلات؟

٦. ما هي طرق البحث التي يميل المؤلفون إلى استخدامها في إجراء البحوث التربوية في مجال العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)؟

المنهجية Method

استنادًا إلى المناقشة المذكورة أعلاه، قمنا بتطوير طرق مراجعة الأدبيات هذه لمتابعة الخطوات المتتابعة الدقيقة لتحديد المجلات أولاً ثم تحديد واختيار المقالات البحثية لتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات المنشورة في هذه المجلات من يناير ٢٠٠٠ إلى نهاية ٢٠١٨. يجب أن تسمح لنا الطرق للحصول على نظرة عامة شاملة حول حالة واتجاهات أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) بناءً على تحليل منهجي للبحوث ذات الصلة من مجموعة واسعة من المجلات وعلى مدى فترة زمنية أطول.

تحديد المجلات Identifying journals

استخدمنا للبحث وتحديد المجلات وإدراجها الخطوات الثلاث التالية:

١. افترضنا أنه تم نشر مقالات حول البحث في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) في مجلات تتضمن أكثر من تخصص تقليدي. وبالتالي، استخدمنا Google للبحث عن جميع المجلات التعليمية وتحديدها مع عناوينها التي تحتوي إما على اثنين أو ثلاثة أو جميع التخصصات الأربعة في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. على سبيل المثال، بحثنا في Google عن جميع المجموعات المختلفة لثلاثة مجالات في العلوم والرياضيات والتقنية والهندسة كما هو وارد في عنوان المجلة. بالإضافة إلى ذلك، بحثنا أيضًا في المجلات الممكنة التي تحتوي على كلمة STEAM في العنوان.

٢. نظرًا لأنه قد يُنظر إلى تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات على أنه بحثًا تعليميًا قائمًا على فروع المعرفة التخصصية، فربما تم نشر مقالات حول تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في مجلات التعليم التقليدية

القائمة على فروع المعرفة التخصصية، مثل "مجلة البحث في تدريس العلوم" [٩]. ومع ذلك، فهناك العديد من هذه المجلات. أدرج مركز "ييل بورفيو" للتعليم والتعلم (Yale’s Poorvu Center) ١٦ مجلة تنشر مقالات تمتد عبر تخصصات تعليم STEM الجامعية. (راجع https://poorvucenter.yale.edu/FacultyResources/STEMjournals).

وهكذا، اخترنا من القائمة بعض المجلات البحثية القائمة على فروع المعرفة التخصصية، وأضفنا أيضًا بعض المجلات الأكثر شيوعًا مثل مجلة التعليم الهندسي [١٠].

٣. منذ ظهور مقالات حول تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) في مجلات الابحاث في مجال التعليم العام، جزء منها ظهر في المجلات العريقة. وعلى ذلك حددنا عددًا قليلاً من تلك المجلات التي اهتمت بنشر بعض البحوث في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

وباتباع الخطوات الثلاث المذكورة أعلاه، حددنا ٤٥ مجلة. انظر الجدول ١.

[9] Journal of Research in Science Teaching

[10] Journal of Engineering Education

جدول ١ إجمالي ٤٥ من المجلات العلمية المختارة وأعلى ٣٦ مجلة نشرت بحوث تناولت تعليم STEM

Table 1 A total of 45 selected journals and the top 36 with STEM education publications

مفتوحة المصدر	سنة البدء	# من الموضوعات*	اسم المجلة	رقم
لا	١٩٩٧	٣	المجلة الإفريقية للبحث في تعليم الرياضيات والعلوم والتقنية African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education	١.
لا	١٩٦٤	٠	مجلة البحث التربوي الأمريكي American Educational Research Journal	٢.
لا	١٩٧٠	١	المحلة البريطانية لتكنولوجيا التعليم British Journal of Educational Technology	٣.
لا	٢٠٠١	٣	المجلة الكندية لتعليم العلوم والرياضيات والتقنية Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education	٤.
لا	١٩٧٦	١	الحواسيب والتعليم Computers & Education	٥.
لا	١٩٥٣	١	البحث في تكنولوجيا التعليم والتنمية Educational Technology Research and Development	٦.
نعم	٢٠٠٥	٣	مجلة أوراسيا لتعليم الرياضيات والعلوم والتقنية Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education	٧.
لا	١٩٧٥	١	المجلة الأوروبية للتعليم الهندسي European Journal of Engineering Education	٨.
نعم	٢٠١٦	٤	المجلة الأوروبية لتعليم STEM European Journal of STEM Education	٩.
نعم	٢٠١٣	٢	المجلة الدولية للبحوث المعرفية في العلوم والهندسة والتعليم International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education	١٠.
نعم	٢٠١٣	٣	المجلة الدولية للتربية في الرياضيات والعلوم والتقنية International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology	١١.
لا	١٩٨٥	١	المجلة الدولية للتعليم الهندسي International Journal of Engineering Education	١٢.
ننعم	١٩٩٧	٢	المجلة الدولية للابتكار في تعليم العلوم والرياضيات International Journal of Innovation in Science & Mathematics Education	١٣.
لا	١٩٧٠	٣	المجلة الدولية للتربية الرياضية في العلوم والتقنية International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	١٤.

.١٥	المجلة الدولية لتعليم العلوم والرياضيات International Journal of Science and Mathematics Education	١	٢٠٠٣	لا
.١٦	المجلة الدولية لتعليم العلوم International Journal of Science Education	١	١٩٧٩	لا
.١٧	المجلة الدولية لتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات International Journal of STEM Education	١	٢٠١٤	نعم
.١٨	مجلة لأبحاث التعليم في مجال العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات Journal for STEM Education Research	٤	٢٠١٨	لا
.١٩	مجلة الحاسبات في تدريس الرياضيات والعلوم Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching	٣	١٩٨١	لا
.٢٠	مجلة التعليم الهندسي Journal of Engineering Education	١	١٩١٢	لا
.٢١	مجلة بحوث التعليم الهندسي قبل الجامعي Journal of Pre-College Engineering Education Research	١	٢٠١١	نعم
.٢٢	مجلة القضايا المهنية في التعليم والممارسة الهندسية Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice	١	١٩٥٦	لا
.٢٣	مجلة البحث في تدريس العلوم Journal of Research in Science Teaching	١	١٩٦٣	لا
.٢٤	مجلة البحوث في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات Journal of Research in STEM Education	٤	٢٠١٥	نعم
.٢٥	مجلة تعليم العلوم والتقنية Journal of Science Education and Technology	٢	١٩٩٢	نعم
.٢٦	مجلة تعليم STEM Journal of STEM Education	٤	٢٠٠٠	نعم
.٢٧	مجلة التواصل مع STEM Journal of STEM Outreach	٤	٢٠١٨	نعم
.٢٨	مجلة إعداد معلم STEM Journal of STEM Teacher Education	٤	١٩٩٨	نعم
.٢٩	مجلة التكنولوجيا وتعليم العلوم Journal of Technology and Science Education	٢	٢٠١١	نعم
.٣٠	البحث في العلوم والتعليم التكنولوجي Research in Science and Technological Education	٢	١٩٨٣	لا
.٣١	العلوم والرياضيات المدرسية School Science and Mathematics	٢	١٩٠١	لا
.٣٢	تعليم العلوم Science Education	١	١٩١٦	لا
.٣٣	التكنولوجيا والتربية والتعليم Technology, Pedagogy and Education	١	١٩٩٢	لا

.٣٤	مجلة البحث التربوي The Journal of Educational Research	٠	١٩٢٠	لا
.٣٥	مجلة (STEAM) The STEAM Journal	٥	٢٠١٣	لا
.٣٦	الاتجاهات الدولية في التعليم الهندسي والتكنولوجي World Transactions on Engineering and Technology Education	٢	٢٠٠٢	نعم
(المجلات أسفل ليس لها تحديد هوية ذاتية للمؤلف في بحوث تعليم STEM) (Journals listed below are those that did not have author self-identified STEM education publications)				
.٣٧	مجلة العلوم الهندسية والتعليم (أغلقت عام ٢٠٠٢) Engineering Science and Education Journal (closed in 2002)	٢	١٩٩٢	لا
.٣٨	المجلة الأوروبية لتعليم العلوم والرياضيات European Journal of Science and Mathematics Education	٢	٢٠١٣	نعم
.٣٩	المجلة الدولية لتكنولوجيا تعليم الرياضيات International Journal for Technology in Mathematics Education	٢	٢٠٠٤	نعم
.٤٠	المجلة الدولية لتعليم التكنولوجيا والهندسة International Journal of Technology and Engineering Education	٢	٢٠٠٤	نعم
.٤١	الرياضيات وتعليم الحاسب (أغلقت عام ٢٠٠٢) Mathematics and Computer Education (closed in 2002)	٢	١٩٦٧	لا
.٤٢	تدريس الرياضيات وعلوم الحاسب Teaching Mathematics and Computer Science	٢	٢٠٠٣	نعم
.٤٣	مجلة تعليم العلوم والرياضيات وتكنولوجيا المعلومات والاتصال Review of Science, Mathematics and ICT Education	٣	٢٠٠٧	نعم
.٤٤	مجلة تعليم (STEAM) (ليست باللغة الإنجليزية) Journal of STEAM Education (Non-English)	٥	٢٠١٨	لا
.٤٥	العلوم والتربية Science & Education	١	١٩٩٢	لا
# من الموضوعات* تشير إلى عدد المجالات (disciplines) في STEM التي ضمنت في اسم مجلة ما، فبالنسبة لمجلة بحث تربوي لم تشتمل على فرع من STEM تعطى القيمة (صفر)، وبالنسبة للمجلات التي تضمنت كل مجالات STEAM تعطى القيمة (٥) *# of subjects refers to the number of disciplines in STEM that are included in a journal's name. For an education research journal without STEM discipline included, the value of "0" is assigned. For STEAM journals, the value of "5" is assigned				

تحديد المقالات العلمية Identifying articles

في هذه المراجعة، لن نناقش أو نحدد معنى تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. استخدمنا الاختصار STEM (أو STEAM، أو مكتوبًا على أنها عبارة "العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات") كمصطلح في بحثنا عن عناوين النشر و / أو الملخصات. لتحديد واختيار المقالات للمراجعة، بحثنا في جميع العناصر المنشورة في تلك المجلات الـ ٤٥ واخترنا فقط تلك المقالات التي حدد المؤلف (المؤلفون) معرفتها ذاتيًا بالاختصار STEM (أو STEAM، أو مكتوبًا على أنها عبارة "العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات") في العنوان و / أو الملخص. استبعدنا البحوث المنشورة في أقسام الممارسات والرسائل الموجهة للمحررين والتصحيحات وافتتاحيات (الضيف). وجد بحثنا ٧٩٨ منشوراً حددها المؤلفون ذاتياً كما هو الحال في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، تم تحديدها من ٣٦ مجلة. المجلات التسعة المتبقية إما لم يكن لديها بحوث تلبي شروط البحث الخاصة بنا أو نشرت بلغة أخرى غير الإنجليزية (انظر القائمتين المنفصلتين في الجدول ١).

تحليل البيانات Data analysis

لمعالجة سؤال البحث ٣، قمنا بتحليل حقوق التأليف لفحص الدول / المناطق التي ساهمت في أبحاث التعليم في مجال العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) على مر السنين. نظرًا لأن كل منشور قد يحتوي على مؤلف واحد أو أكثر، استخدمنا طريقتين مختلفتين لتحليل جنسية المؤلف/ين التي تم الاعتراف بها كقيمة من مراجعتنا لبحوث IJ-STEM (Li, Froyd, & Wang, 2019).

- **الطريقة الأولى** تأخذ في الاعتبار فقط جنسية المؤلف المقابل (أو المؤلف الأول، إذا لم يتم إعطاء إشارة محددة حول المؤلف المقابل) وانتسابه الأول إلى المؤسسة، إذا تم سرد الانتماءات المتعددة للمؤسسة.
- **الطريقة الثانية** تأخذ بعين الاعتبار كل مؤلف منشور، باستخدام الصيغة التالية (Howard, Cole, & Maxwell, 1987)، لتعيين وتقدير مساهمة كل مؤلف في منشور (وبالتالي إنتاجية المؤسسة المرتبطة)، عندما يتم تضمين العديد من المؤلفين في منشور .

كمثال، يتم منح كل منشور نقطة ائتمان واحدة. بالنسبة للنشر الذي شارك في تأليفه اثنان، سيحصل المؤلف الأول على ٠.٦ والمؤلف الثاني ٠.٤ نقطة رصيد. بالنسبة للمقالة التي ساهم بها ثلاثة مؤلفين بشكل مشترك، سيتم منح المؤلفين الثلاثة درجات ٠.٤٧ و ٠.٣٢ و ٠.٢١ على التوالي

درجات الرصيد (Credit Score)= $\frac{(1{\cdot}5^{n-1})}{\sum_{i=1}^{n} 1{\cdot}5^{i-1}}$

بعد حساب جميع الدرجات لكل مؤلف في كل ورقة بحث، أضفنا جميع الدرجات الرصيدية معًا من حيث بلد / منطقة كل مؤلف. للإيجاز، نقدم فقط أفضل ١٠ دول / مناطق من حيث إجمالي درجات الرصيد المحسوبة باستخدام هاتين الطريقتين المختلفتين، على التوالي.

لمعالجة سؤال البحث ٥، استخدمنا نفس فئات الموضوعات السبعة المحددة والمستخدمة في مراجعتنا لبحوث IJ-STEM (Li, Froyd, & Wang, 2019)، اختبرنا ترميز ١٠٠ مقالة أولاً لضمان الجدوى.

من خلال ترميز الاختبار والمناقشات، وجدنا سبع فئات موضوعية يمكن استخدامها لفحص وتصنيف جميع العناصر الـ ٧٩٨.

١. التدريس في التعليم العام من الروضة وحتى الصف الثاني عشر K-12 ، والمعلمين، وتعليم المعلمين في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (بما في ذلك تعليم المعلمين قبل الخدمة وأثناء الخدمة).
٢. معلم ما بعد المرحلة الثانوية وتدريس العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (بما في ذلك تطوير الكليات وأعضاء هيئة التدريس، وما إلى ذلك).
٣. طلاب STEM في مراحل التعليم العام، والتعلم، وبيئة التعلم.
٤. المتعلمين والتعلم في مرحلة ما بعد المرحلة الثانوية، وبيئات التعلم (باستثناء تعليم المعلمين قبل الخدمة).
٥. السياسات، والمناهج، والتقويم والقياس في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (بما في ذلك مراجعة الأدبيات حول المجال بشكل عام).
٦. قضايا الثقافة والمجتمع والجنس (ذكور/اناث) في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.
٧. التاريخ، وقضايا المعرفة (الأبستمولوجيا)، ووجهات النظر حول (STEM) وتعليم (STEM).

لمعالجة سؤال البحث ٦، قمنا بترميز جميع البحوث المنشورة البالغ عددها ٧٩٨ من حيث (١) الطرق النوعية، (٢) الأساليب الكمية، (٣) الطرق المختلطة، و (٤) الدراسات غير التجريبية (بما في ذلك الأوراق النظرية أو المفاهيمية، ومراجعات الأدبيات). لقد خصصنا كل منشور لموضوع بحث واحد فقط وطريقة واحدة، باتباع العملية المستخدمة في مراجعة IJ-STEM (Li, Froyd, & Wang, 2019).

عند وجود أكثر من موضوع أو طريقة واحدة مستخدمة في المنشور، تم اتخاذ قرار اختيار وتعيين المنشور إما بناء على الموضوع أو الطريقة. وكان الاتفاق بين اثنين من المرمزين لجميع الـ ٧٩٨ بحث المنشورة قد بلغ ٨٩.٥ ٪. عندما حدثت هذه الاختلافات في ترميز البحث إما للموضوع او للطريقة، تم التوصل إلى هذا القرار النهائي بعد المناقشة.

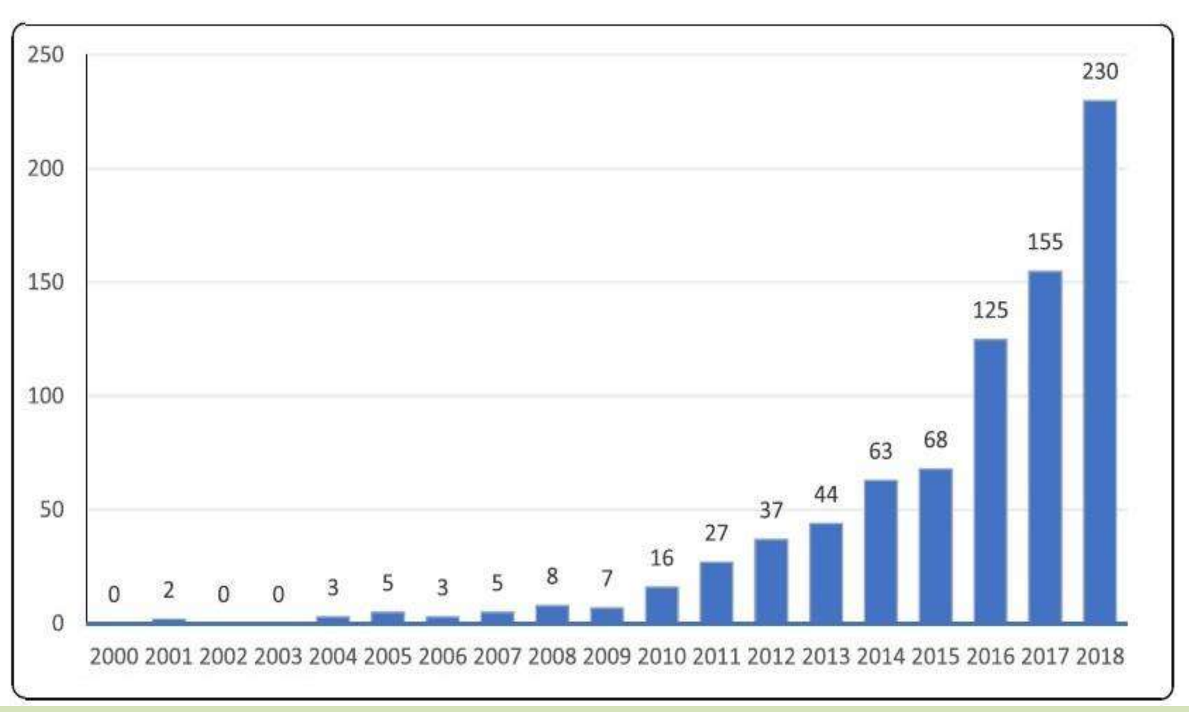
النتائج ومناقشتها Results and discussion

في الأقسام التالية قمنا بعرض النتائج كاستجابة لكل من الأسئلة الستة في البحث

واقع وتوجهات بحوث المجلات العلمية حول تعليم STEM من سنة ٢٠٠٠ حتى سنة ٢٠١٨:

The status and trends of journal publications in STEM education research from 2000 to 2018

يوضح الشكل (١) عدد البحوث المنشورة في السنة. كما يوضح الشكل (١) ازدياد عدد البحوث المنشورة كل عام ابتداءً من عام ٢٠١٠. وهناك قفزات ملحوظة من عام ٢٠١٥ إلى عام ٢٠١٦ ومن عام ٢٠١٧ إلى عام ٢٠١٨. وتبين النتيجة أن البحث في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات قد نما بشكل ملحوظ منذ عام ٢٠١٠ وما بعدها ويشير إلى وجود عدد كبير من بحوث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات المنشورة، أيضاً يشير إلى أن أبحاث التعليم في مجال العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات اكتسبت اعترافًا خاصًا بها من قبل العديد من المجلات المختلفة للنشر كمجال موضوعي ساخن ومهم.



شكل ١ توزيع البحوث التي تناولت تعليم STEM حسب سنة النشر

Fig. 1 The distribution of STEM education publications over the years

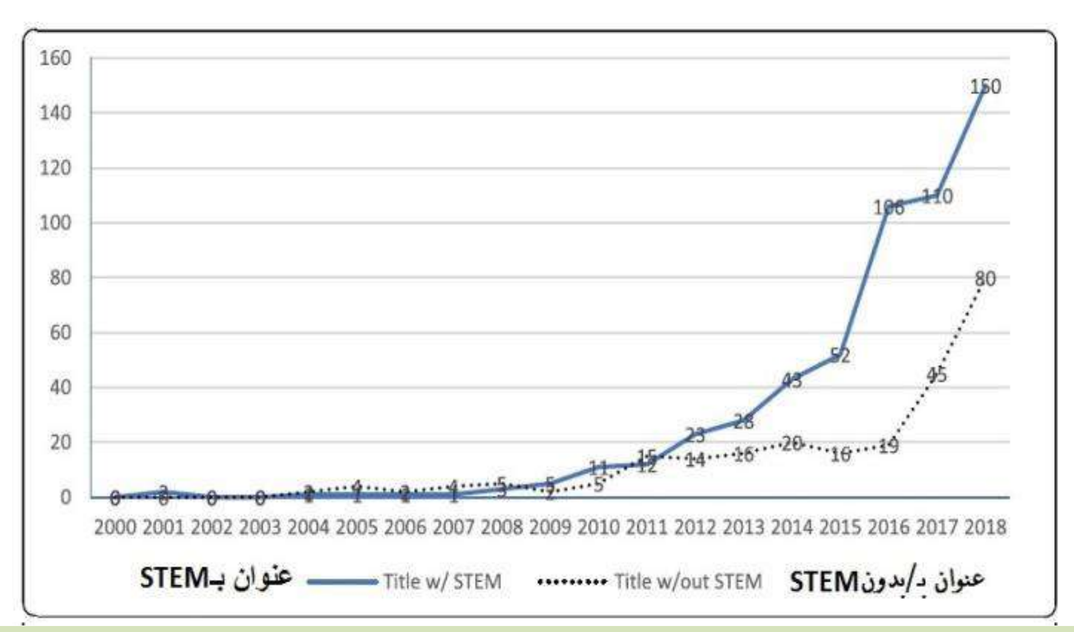
من بين ٧٩٨ مقالة، كان هناك ٥٤٩ مقالة تحتوي على مصطلح "STEM" (أو STEAM، أو مكتوبة بعبارة "العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات") مدرجة في عنوان المقالة أو كل من العنوان والملخص و ٢٤٩ مقالة بدون هذه المصطلحات المدرجة في العنوان ولكنها مدرجة في الملخصات فقط. تشير النتائج إلى أن العديد من الباحثين يميلون إلى إدراج مصطلح STEM في عناوين البحوث المنشورة لتسليط الضوء على أبحاثهم، أو انها حول تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. يوضح الشكل (٢) عدد البحوث المنشورة في السنة حيث يتم تمييز البحوث المنشورة اعتمادًا على ما إذا كانت تستخدم مصطلح STEM في العنوان أو فقط في الملخص. شهد عدد البحوث المنشورة في كلتا الفئتين زيادة كبيرة منذ عام ٢٠١٠.

كان استخدام الاختصار STEM في العنوان ينمو بمعدل أسرع من استخدام الاختصار فقط في الملخص. لم يتم الإبلاغ عن جميع البحوث المنشورة التي استخدمت الاختصار STEM في العنوان و / أو الملخص في دراسة تشمل جميع مجالات STEM الأربعة. لكل منشور، قمنا بفحص عدد المجالات الأربعة المشاركة في الدراسة المبلغ عنها.

يعرض الشكل (٣) عدد البحوث المنشورة المصنفة حسب عدد المجالات الأربعة المشاركة في الدراسة، مقسمة توزيع هذه البحوث المنشورة البالغ عددها ٧٩٨ من حيث نطاق المحتوى الذي يتم التركيز عليه.

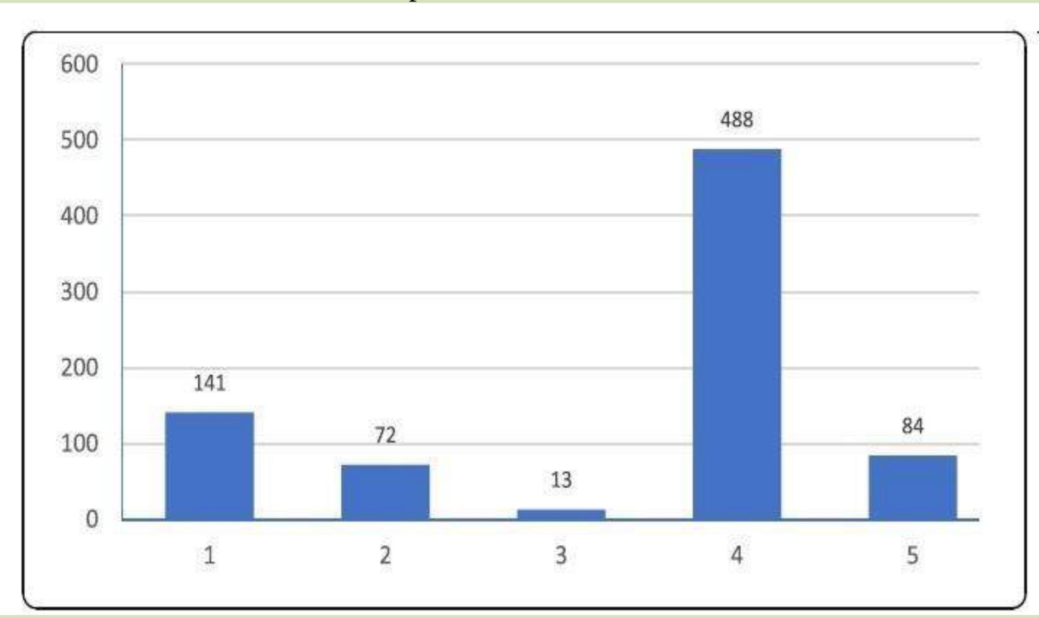
الدراسات التي تشمل جميع مجالات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات الأربعة هي الأكثر انتشارًا مع ٤٨٨ (٦١.٢٪) من البحوث المنشورة، تليها مشاركة منطقة واحدة (١٤١، ١٧.٧٪)، ثم الدراسات التي تشمل كلًا من العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات وغير العلوم والهندسة والرياضيات (٨٤، ١٠.٥٪)، وأخيرا الدراسات من مجالين أو ثلاثة مجالات في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (٧٢، ٩٪، ١٣، ١.٦٪، على التوالي).

تم تصنيف البحوث المنشورة التي استخدمت اختصار STEAM في العنوان أو الملخص على أنها تتضمن كل من STEM وغير STEM. على سبيل المثال، تم تضمين كل من البحوث المنشورة التالية في هذه الفئة.



شكل ٢ توجهات البحوث المنشورة حول تعليم STEM مع/بدون STEM في عنوان البحث

Fig. 2 The trends of STEM education publications with vs. without STEM included in the title



شكل ٣ توزيع البحوث المنشورة حسب مجال البحث الذي تم التركيز فيه. (لاحظ: ١= موضوع واحد عن STEM، ٢= موضوعان عن STEM، ٣= ثلاثة موضوعات عن STEM، ٤=أربعة موضوعات عن STEM، ٥= موضوعات لها علاقة بكل من STEM وغيرها.

Fig. 3 Publication distribution in terms of content scope being focused on. (Note: 1=single subject of STEM, 2=two subjects of STEM, 3=three subjects of STEM, 4=four subjects of STEM, 5=topics related to both STEM and non-STEM)

Dika and D'Amico (2016). "Early experiences and integration in the persistence of first-generation college students in STEM and non-STEM majors." Journal of Research in Science Teaching, 53(3), 368–383. (Note:this article focused on early experience in both STEM and Non-STEM majors.)

Sochacka, Guyotte, and Walther (2016). "Learning together: A collaborative autoethnographic exploration of STEAM (STEM+ the Arts) education." Journal of Engineering Education, 105(1), 15–42. (Note: this article focused on STEAM (both STEM and Arts).)

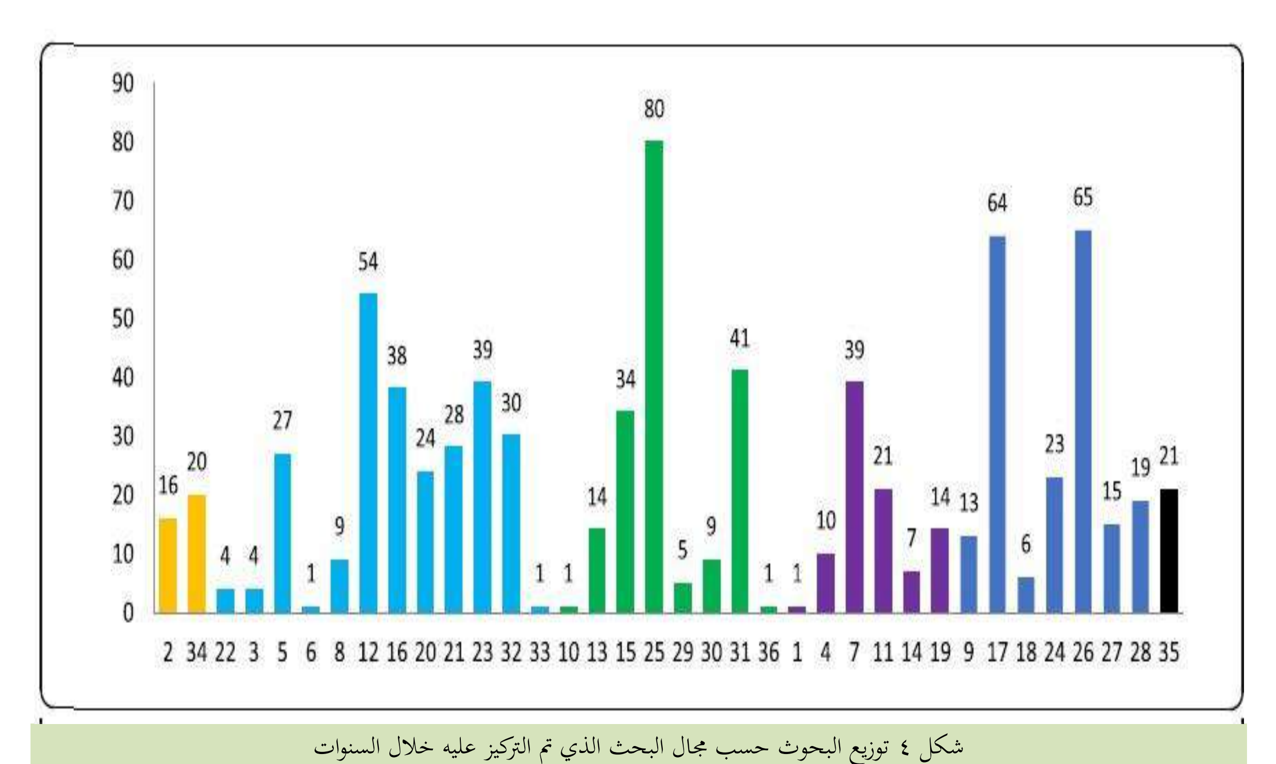
يعرض الشكل (٤) عدد البحوث المنشورة سنويًا في كل فئة من الفئات الخمس التي تم وصفها سابقًا (الفئة ١، تعني منطقة واحدة من العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات؛ الفئة ٢، تعني منطقتان من العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات؛ الفئة ٣، ثلاث مناطق من العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات؛ الفئة ٤، أربعة مناطق من العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات؛ الفئة ٥، تعني وجود STEM و nonSTEM). وتعد الفئة التي نمت بسرعة أكبر منذ عام ٢٠١٠ هي الفئة التي تشمل جميع المجالات الأربعة. من المحتمل أن يعكس النمو الأخير في عدد البحوث المنشورة في الفئة ١ الاهتمام المتزايد من المعلمين التقليديين في التخصصات المنفصلة في تطوير ومشاركة المجالات متعددة التخصصات وبين التخصصات في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)، وذلك كما لاحظه مؤخرًا لي وشونفيلد (Li and Schoenfeld, 2019) مع البحوث المنشورة في مجلة IJ-STEM.

أنماط البحوث حسب الدوريات المختلفة:

Patterns of publications across different journals

من بين المجلات الـ ٣٦ التي نشرت مقالات تعليمية عن العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، هناك اثنتان من مجلات أبحاث التعليم العام ليس في عناوينها إشارة لأحد المجالات (يشار إليها باسم "المادة ٠")، و ١٢ مجلة تغطي عناوينها تخصص واحد من العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ("المادة ١")، وثمان مجلات تغطي عناوينها اثنين من تخصصات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ("المادة ٢")، وست مجلات تغطي عناوينها ثلاثة من تخصصات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات ("المادة ٣")، وسبع مجلات تغطي عناوينها كل تخصصات العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) ("المادة ٤")، ومجلة واحدة في تعليم (STEAM) ("المادة ٥") .

يوضح الجدول (٢) أن كل من مجلات المواد ٠ و ١ كانت عادة مجلات ناضجة ذات تاريخ طويل، وكانت جميعها مجلات تقليدية قائمة على الاشتراك، باستثناء مجلة بحوث التعليم الهندسي قبل الكلية، وهي مجلة تخضع للمادة ١ تأسست في ٢٠١١ وتوفر الوصول المفتوح (OA). بالمقارنة مع مجلات المواد ٠ و ١، وكانت مجلات المواد ٢ و ٣ أحدث نسبيًا وذات تاريخ متوسط. ويوجد الكثير من المجلات في هاتين الفئتين توفر الوصول المفتوح (OA). مجلات المادة ٤ والمادة ٥ حديثة وذات تاريخ قصير، ومعظمها يوفر الوصول المفتوح (OA).



شكل ٤ توزيع البحوث حسب مجال البحث الذي تم التركيز عليه خلال السنوات

Fig. 4 Publication distribution in terms of content scope being focused on over the years

جدول ٢ بيانات عن الدوريات بفئات موضوعات مختلفة

Table 2 Information about journals in different subject categories

# من الموضوعات	#من الدوريات	#من الدوريات مفتوحة المصدر	متوسط السنوات*	# مقالات STEM
Subject-0	2	0	77	36 (4.5%)
Subject-1	12	1	53.3	259 (32.5%)
Subject-2	8	4	31.3	185 (23.2%)
Subject-3	6	2	24.5	92 (11.5%)
Subject-4	7	6	7.7	205 (25.7%)
Subject-5	1	0	6	21 (2.6%)

* الحساب مبني على العدد الافتتاحي لكل سنة حتى عام ٢٠١٨.

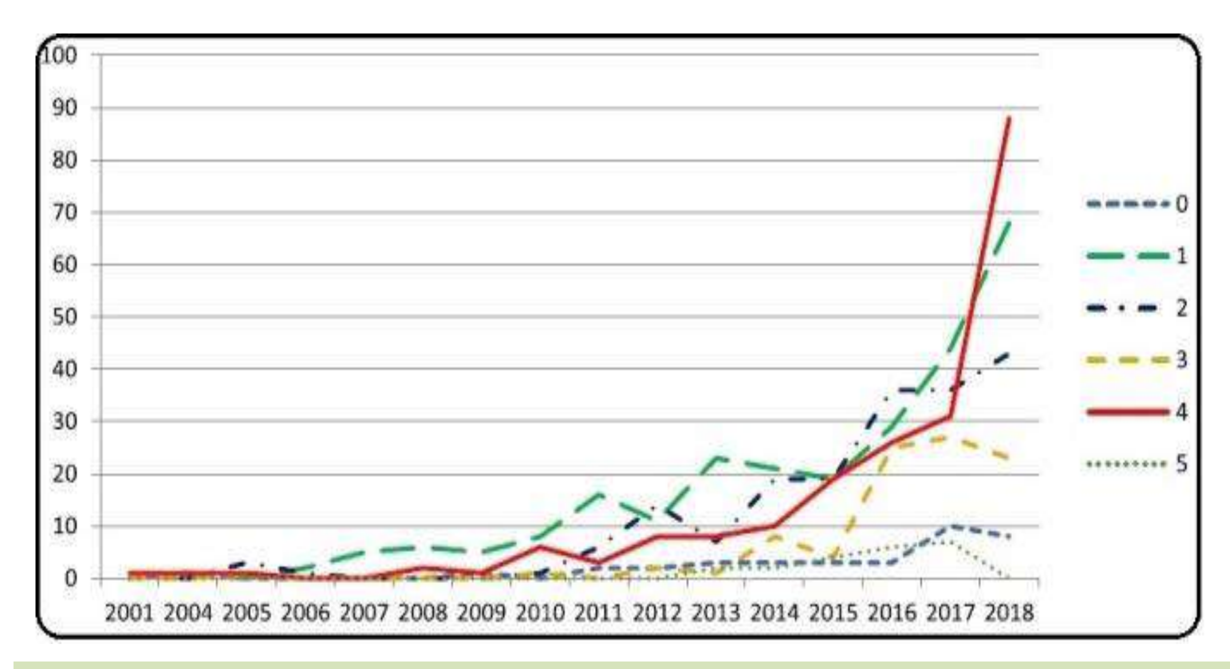
أظهرت النتائج أن المجلات العريقة كانت تميل إلى التركيز على التخصصات الفردية أو البحث التربوي بشكل عام. بدأت مجلات التعليم متعددة التخصصات، وبين التخصصات في وقت لاحق بعد بضع سنوات، تليها إنشاء العديد من مجلات STEM أو STEAM.

يوضح الجدول (٢) أيضًا أن البحوث المنشورة في المجلات ١ و ٢ و ٤ نشرت ما يقارب الربع كل من البحوث المنشورة. ونال عدد من البحوث المنشورة في مجلات المادة ١ الاهتمام لأننا اخترنا عددًا محدودًا نسبيًا من المجلات في هذه الفئة.

وهناك العديد من المجلات الأخرى في فئة المادة ١ (بالإضافة إلى مجلات المادة ٠) التي لم نختارها، وبالتالي فمن المحتمل جدًا أننا لم نضمّن بعض مقالات تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات المنشورة في مادة ٠ أو مادة ١ للمجلات التي لم ندرجها في دراستنا.

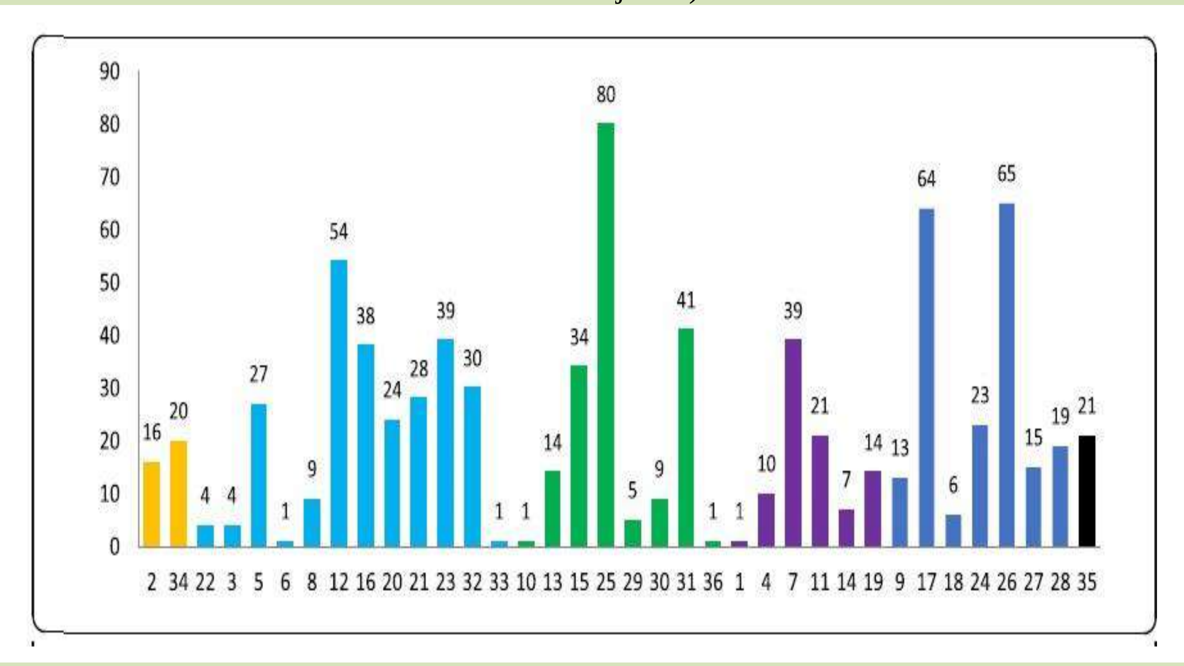
يوضح الشكل (٥) عدد البحوث المنشورة في كل فئة من الفئات الخمس التي تم وصفها سابقًا (المادة – ٠ حتى المادة – ٥). لم يتغير عدد البحوث المنشورة سنويًا في مجلات المادة ٥ والمادة ٠ كثيرًا خلال الفترة الزمنية للدراسة. من ناحية أخرى، كان عدد البحوث المنشورة في السنة الواحدة في المادة ٤ (جميع المجالات الأربعة)، والمادة ١ (منطقة واحدة)، ومجلات المادة ٢، أكثر من ٤٠ بحثاً بحلول نهاية فترة هذه الدراسة. وزاد عدد البحوث المنشورة سنويًا في مجلات المادة ٣ لكنه ظل أقل من ٣٠ بحثاً. وللوهلة الأولى، قد يكون من المفاجئ بعض الشيء أن عدد البحوث المنشورة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات سنويًا في مجلات المادة ١ قد ازداد بشكل أسرع بكثير من البحوث المنشورة في مجلات المادة ٢ على مدى السنوات القليلة الماضية. ومع ذلك، كما يشير الجدول ٢، فقد تم إنشاء هذه المجلات بسمعة كبيرة منذ فترة طويلة، ويود الباحثون نشر أبحاثهم في مثل هذه المجلات. على عكس الاتجاه في مجلات المادة ١، يشير الاتجاه في مجلات المادة ٤ إلى أن مجلات تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) ، بدأت بشكل جماعي في اكتساب هويتها الخاصة لنشر ومشاركة أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM).

يوضح الشكل ٦ عدد بحوث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) في كل مجلة حيث تم ترميز الأعمدة بالألوان (أصفر مادة ٠، أزرق فاتح مادة ١، أخضر مادة ٢، أرجواني مادة ٣، أزرق غامق مادة ٤، والأسود مادة ٥). لا يوجد نمط واضح يظهر من حيث العدد الإجمالي لبحوث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) عبر الفئات أو الدوريات، ولكن الأداء الفردي القائم على المجلات كثير جدًا. تشير النتيجة إلى أن عدد البحوث في مجال تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) قد يعتمد بشكل كبير على رغبة المجلة الفردية وقدرتها على اجتذاب العمل البحثي التربوي في مجال العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، وبالتالي تقترح القيمة المحتملة لفحص أداء المجلة الفردية.



شكل ٥ توزيع بحوث تعليم STEMحسب فئات موضوعات الدورية العلمية خلال السنوات (ملحوظة: ٠= ولا مادة؛ ١=مادة؛ ٢=مادتان؛ ٣=ثلاثة مواد؛ ٤=أربعة مواد؛ ٥=خمس مواد

Fig. 5 STEM education publication distribution across different journal categories over the years. (Note: 0=subject-0; 1=subject-1; 2=subject-2; 3= subject-3; 4=subject-4; 5=subject-5)



شكل ٦ توزيع البحوث حسب كل الـ ٣٦ دورية علمية في ضوء الفئات المختلفة مع نفس لون الترميز للدوريات بنفس فئات المادة

Fig. 6 Publication distribution across all 36 individual journals across different categories with the same color-coded for journals in the same subject category

المجلات الخمس الأولى من حيث عدد البحوث في مجال تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات هي مجلة تعليم العلوم والتقنية (٨٠ بحثاً، مجلة رقم ٢٥ في الشكل ٦)، مجلة تعليم STEM (٦٥ بحثاً، مجلة رقم ٢٦)،

المجلة الدولية لتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) (٦٤ بحثاً، المجلة رقم ١٧)، المجلة الدولية للتعليم الهندسي (٥٤ بحثًا، المجلة رقم ١٢)، والعلوم المدرسية والرياضيات (٤١ بحثًا، المجلة رقم ٣١).

من بين هذه المجلات الخمس، توجد مجلتان على وجه التحديد حول تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (J26، J17)، واثنتان حول موضوعين في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (J25، J31)، وواحدة حول موضوع واحد من العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (J12).

يوضح الشكل ٧ عدد بحوث التعليم في مجال العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في كل واحدة من هذه المجلات الخمس الأولى. كما هو متوقع، بناءً على الاتجاهات السابقة، زاد عدد البحوث المنشورة سنويًا خلال فترة هذه الدراسة.

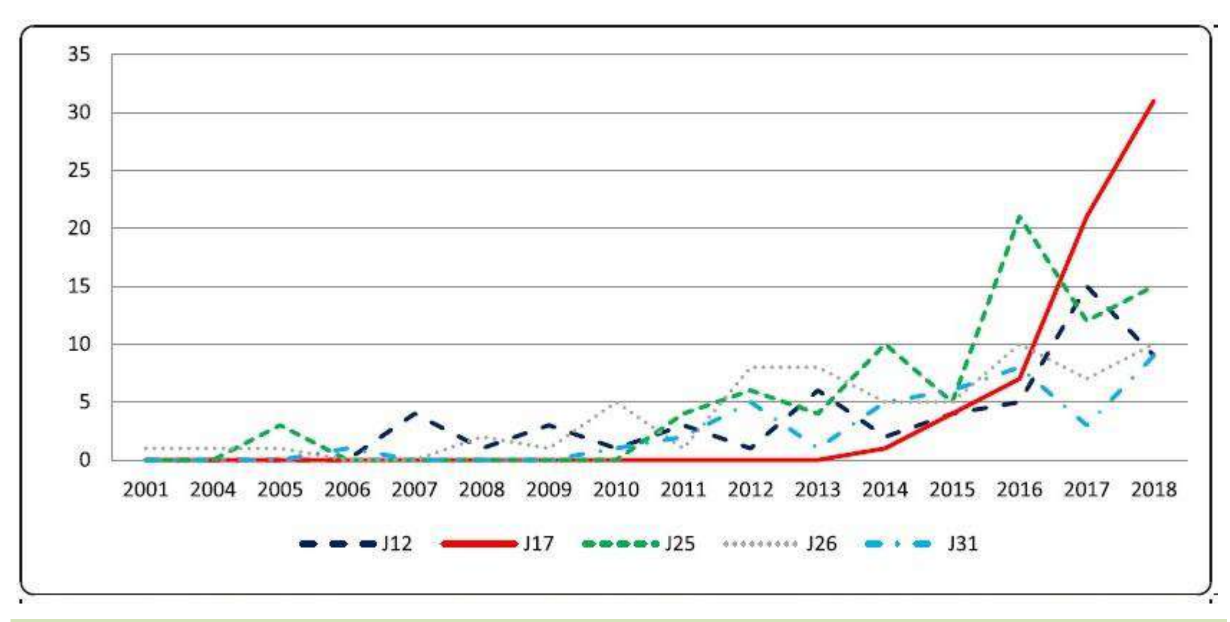
كانت أكبر زيادة في المجلة الدولية لتعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (J17) التي تأسست في عام ٢٠١٤. كما تم إنشاء جميع المجلات الأربع الأخرى في عام ٢٠٠٠ أو قبله، يشير تاريخ J17 القصير أيضًا إلى أدائها المتميز في جذب ونشر مقالات تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات منذ عام ٢٠١٤ (Li, 2018b; Li, Froyd, & Wang, 2019). كانت الزيادة متسقة مع الاعتراف بالمجلة كأول مجلة لتعليم STEM مدرجة في SSCI بدءًا من عام ٢٠١٩ (Li, 2019a).

أعلى ١٠ دول/ مناطق ساهم المؤلفون في البحوث المنشورة في المجلات حول تعليم STEM

Top 10 countries/regions where scholars contributed journal publications in STEM education

يوضح الجدول ٣ أهم البلدان / المناطق من حيث عدد البحوث المنشورة، حيث تم إنشاء البلد / المنطقة من قبل المؤلف باستخدام الطريقتين المختلفتين أعلاه. حوالي ٧٥٪ (حسب الطريقة) من المساهمات قدمها مؤلفون من الولايات المتحدة، تليها أستراليا وكندا وتايوان والمملكة المتحدة. أفريقيا فقط كقارة لم تكن ممثلة بين البلدان / المناطق العشرة الأولى. تتوافق النتائج نسبيًا مع الأنماط التي تم الافصاح عنها في دراسة IJSTEM (Li, Froyd, & Wang, 2019).

يكشف الفحص الإضافي للجدول ٣ أن الطريقتين لا توفر نتائج متسقة إلى حد ما فحسب، بل تؤدي أيضًا إلى بعض الاختلافات. على سبيل المثال، حصلت إسرائيل وألمانيا على المزيد من رصيد النشر إذا تم النظر فقط في المؤلف المقابل، ولكن كوريا الجنوبية وتركيا كان لديهما المزيد من رصيد النشر عند النظر في المؤلفين المشاركين.



شكل ٧ توزيع البحوث لخمس مجلات مختارة حسب السنوات (ملحوظة: J12=المجلة الدولية لتعليم الهندسة؛ J17=المجلة الدولية لتعليم STEM؛ J25= مجلة تعليم العلوم والتقنية؛ J26= مجلة تعليم STEM؛ J31= مجلة العلوم والرياضيات المدرسية

Fig. 7 Publication distribution of selected five journals over the years. (Note: J12: International Journal of Engineering Education; J17: International Journal of STEM Education; J25: Journal of Science Education and Technology; J26: Journal of STEM Education; J31: School Science and Mathematics)

جدول ٣ أعلى ١٠ دول/مناطق تم التأليف فيها في كل الـ ٧٩٨ بحثا

Table 3 Top 10 authorship countries/regions for all 798

الرتبة ١	الطريقة ١[11]		الرتبة ٢	الطريقة ٢	
	الدولة	الدرجات %		الدولة	الدرجات %
١	الولايات المتحدة	603 (75.75%)	١	الولايات المتحدة	596.28 (74.91%)
٢	أستراليا	37 (4.65%)	٢	أستراليا	38.29 (4.81%)
٣	كندا	18 (2.26%)	٣	كندا	18.42 (2.31%)
٤	تايوان	14 (1.76%)	٤	تايوان	13.76 (1.73%)
٤	المملكة المتحدة	14 (1.76%)	٥	المملكة المتحدة	12.83 (1.61%)
٦	إسبانيا	12 (1.51%)	٦	إسبانيا	12.53 (1.57%)
٧	كوريا الجنوبية	9 (1.13%)	٧	كوريا الجنوبية	9.55 (1.20%)
٨	ألمانيا	8 (1.04%)	٨	تركيا	9.02 (1.17%)
٨	إسرائيل	8 (1.04%)	٩	إسرائيل	8 (1.04%)
٨	هولندا	8 (1.04%)	١٠	هولندا	7.69 (0.97%)
٨	تركيا	8 (1.04%)			

[11] : الطريقة ١ تشير إلى الطريقة التي يعتمد فيها على المؤلف المراسل (corresponding author) (أو أول مؤلف، إذا لم يكن هناك إشارة محددة للمؤلف المسؤول)؛ أما الطريق ٢ فتشير إلى حالة اعتماد أكثر من مؤلف. نفس الملحوظات تنطبق على جدولي ٤، و٥.

تظهر النتائج في الجدول ٣ أن كل طريقة لها قيمة عند تحليل ومقارنة البحوث المنشورة حسب البلد / المنطقة أو المؤسسة بناءً على التأليف.

وإدراكا من ذلك، كما هو مبين في الشكل ١، ازداد عدد البحوث المنشورة سنويا بسرعة منذ عام ٢٠١٠، ويبين الجدول ٤ عدد البحوث المنشورة حسب البلد / المنطقة على مدى ١٠ سنوات (٢٠٠٩–٢٠١٨) ويظهر الجدول ٥ عدد البحوث المنشورة البحوث المنشورة حسب البلد / المنطقة على مدى ٥ سنوات (٢٠١٤–٢٠١٨). الرتب في الجداول ٣ و ٤ و ٥ متسقة إلى حد ما، ولكن هذا متوقع لأن الأعداد الأكبر من البحوث المنشورة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات قد حدثت في السنوات الأخيرة. في الوقت نفسه، من المثير للاهتمام أن نلاحظ في الجدول ٥ بعض التغييرات على مدى السنوات المتعددة الأخيرة مع ماليزيا، وليست إسرائيل، التي تدخل قائمة العشرة الأوائل وذلك عندما تم استخدام أي من الطريقتين لحساب رصيد المؤلف.

جدول ٤ أعلى ١٠ دول/مناطق تم التأليف فيها في ٧٧٢ بحثا (٢٠٠٩–٢٠١٨) باستخدام الطريقتين

Table 4 Top 10 authorship countries/regions for 772 publications (2009-2018) using the two methods

الرتبة ١	الطريقة ١[١٢]		الرتبة ٢	الطريقة ٢	
	الدولة	الدرجات %		الدولة	الدرجات %
1	الولايات المتحدة	580 (75.13%)	1	الولايات المتحدة	573.04 (74.23%)
2	أستراليا	37 (4.79%)	2	أستراليا	37.89 (4.91%)
3	كندا	18 (2.33%)	3	كندا	18.42 (2.39%)
4	تايوان	14 (1.81%)	4	تايوان	13.76 (1.78%)
4	المملكة المتحدة	14 (1.81%)	5	المملكة المتحدة	12.83 (1.66%)
6	إسبانيا	12 (1.55%)	6	إسبانيا	12.53 (1.62%)
7	كوريا الجنوبية	9 (1.17%)	7	كوريا الجنوبية	9.55 (1.24%)
8	ألمانيا	8 (1.04%)	8	تركيا	9.02 (1.17%)
8	إسرائيل	8 (1.04%)	9	إسرائيل	(1.04%)
8	هولندا	8 (1.04%)	10	هولندا	7.69 (1.00%)
8	تركيا	8 (1.04%)			

[١٢] : الطريقة ١ تشير إلى الطريقة التي يعتمد فيها على المؤلف المراسل (corresponding author) (أو أول مؤلف، إذا لم يكن هناك إشارة محددة للمؤلف المسؤول)؛ أما الطريق ٢ فتشير إلى حالة اعتماد أكثر من مؤلف. نفس الملحوظات تنطبق على جدولي ٤ و ٥.

جدول ٥ أعلى ١٠ دول/ مناطق تم التأليف فيها ل ٦٤١ بحثا (٢٠١٤-٢٠١٨) باستخدام الطريقتين الأولى والثانية

Table 5 Top 10 authorship countries/regions for 641 publications (2014-2018) using the two methods Rank Method 1 Rank Method 2

الرتبة ١	الطريقة ١[13]		الرتبة ٢	الطريقة ٢	
	الدولة	الدرجات %		الدولة	الدرجات %
1	الولايات المتحدة	473 (73.79%)	1	الولايات المتحدة	466.78 (72.82%)
2	أستراليا	30 (4.68%)	2	أستراليا	30.89 (4.82%)
3	كندا	17 (2.65%)	3	كندا	17.82 (2.78%)
4	المملكة المتحدة	13 (2.03%)	4	إسبانيا	12.53 (1.95%)
5	إسبانيا	12 (1.87%)	5	المملكة المتحدة	11.99 (1.87%)
6	تايوان	11 (1.72%)	6	تايوان	10.71 (1.67%)
7	كوريا الجنوبية	9 (1.40%)	7	كوريا الجنوبية	9.15 (1.43%)
8	تركيا	8 (1.25%)	8	تركيا	9.02 (1.41%)
9	ألمانيا	7 (1.09%)	9	ألمانيا	6.89 (1.07%)
9	ماليزيا	7 (1.09%)	10	ماليزيا	6.68 (1.04%)
9	هولندا	7 (1.09%)			

أنماط البحوث ذات المؤلف الواحد ومتعددة المؤلفين في تعليم STEM

Patterns of single-author and multiple-author publications in STEM education

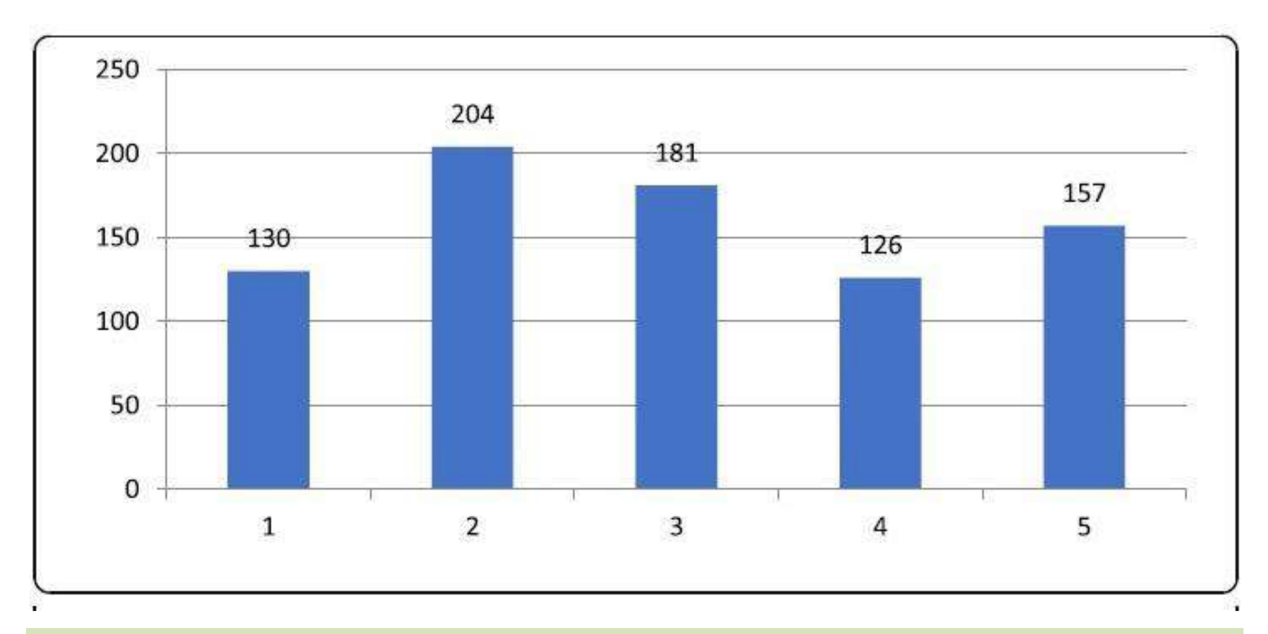
نظرًا لأن تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات يختلف عن التعليم النظامي ذو التخصص الواحد التقليدي، فنحن مهتمون بتحديد مدى شيوع التأليف المشترك والتعاون في مقالات تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. يوضح الشكل ٨ أن التأليف المشترك كان شائعًا جدًا في بحوث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات الـ ٧٩٨، وجدنا ٨٣.٧٪ من البحوث المنشورة كانت لمؤلفين مشاركين أو أكثر، وكانت أعداد البحوث المنشورة التي تضم مؤلفين ٢٠٤، أو ثلاثة ١٨١، أو على الأقل خمسة مؤلفين مشاركين ١٥٧.

يوضح الشكل ٩ عدد البحوث المنشورة في السنة باستخدام فئات التأليف المشتركة في الشكل ٨. وتبين كل فئة زيادة متسقة مع الزيادة الموضحة في الشكل ١ لجميع البحوث المنشورة البالغ عددها ٧٩٨. بحلول نهاية الفترة الزمنية لهذه الدراسة، كان عدد البحوث المنشورة التي تضم مؤلفين أو ثلاثة أو خمسة مؤلفين مشاركين على الأقل هو الأكبر، مما قد يشير إلى زيادة في التعاون في أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

يمكن أن يكون المؤلفون المشاركون من نفس البلدان / المناطق المختلفة. يوضح الشكل ١٠ عدد البحوث المنشورة في السنة لكل مؤلف منفرد (لا يوجد باحثون مشاركون)، والمؤلفون المشاركون من نفس البلد (التعاون في

[13] الطريقة ١ تشير إلى الطريقة التي يعتمد فيها على المؤلف المراسل (corresponding author) (أو أول مؤلف، إذا لم يكن هناك إشارة محددة للمؤلف المسؤول)؛ أما الطريق ٢ فتشير إلى حالة اعتماد أكثر من مؤلف. نفس الملحوظات تنطبق على جدولي ٤، و٥.

دولة / منطقة)، والمؤلفون المشاركون من دول مختلفة (المشاركة عبر البلدان / المناطق). كل عام كان أكبر عدد من البحوث المنشورة من قبل مؤلفين مشاركين من نفس البلد، وزاد العدد بشكل كبير خلال فترة هذه الدراسة. على الرغم من زيادة عدد البحوث المنشورة في الفئتين الأخريين، إلا أن عدد البحوث المنشورة كان أقل بشكل ملحوظ من عدد البحوث المنشورة من قبل المؤلفين المشاركين من نفس البلد.



شكل ٨ عدد البحوث ذات المؤلف الواحد او متعددة المؤلفين (لاحظ: ١= مؤلف واحد؛ ٢= مؤلفان؛ ٣=ثلاثة مؤلفين؛ ٤= أربعة مؤلفين؛ ٥= خمسة مؤلفين أو أكثر

Fig. 8 Number of publications with single or different joint authorship. (Note: 1=single author; 2=two co-authors; 3=three co-authors; 4=four coauthors; 5=five or more co-authors)

البحوث المنشورة حسب موضوعات البحث

Published articles by research topics

يوضح الشكل ١١ عدد البحوث المنشورة في كل فئة من تصنيف الموضوعات السبعة. كانت فئات الموضوعات المكونة من الأهداف، والسياسات، والمناهج الدراسية، والتقويم، والقياس تحتوي على ما يقرب من نصف البحوث المنشورة (٣٧٥، ٤٧٪). تم تضمين مراجعات الأدب في فئة الموضوع هذه، حيث أنها توفر تقييمًا عامًا للتعليم وتطور البحث في منطقة الموضوع أو المجال. نسرد هنا عينة من نماذج البحوث المنشورة المدرجة في هذه الفئة على النحو التالي:

DeCoito (2016). “STEM education in Canada: A knowledge synthesis.” *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *16*(2), 114– 128.

(ملاحظة: تقدم هذه المقالة نظرة عامة على مبادرات وبرامج العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، بما في ذلك النجاح، ومعايير البرامج الفعالة والبحث الحالي في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات).

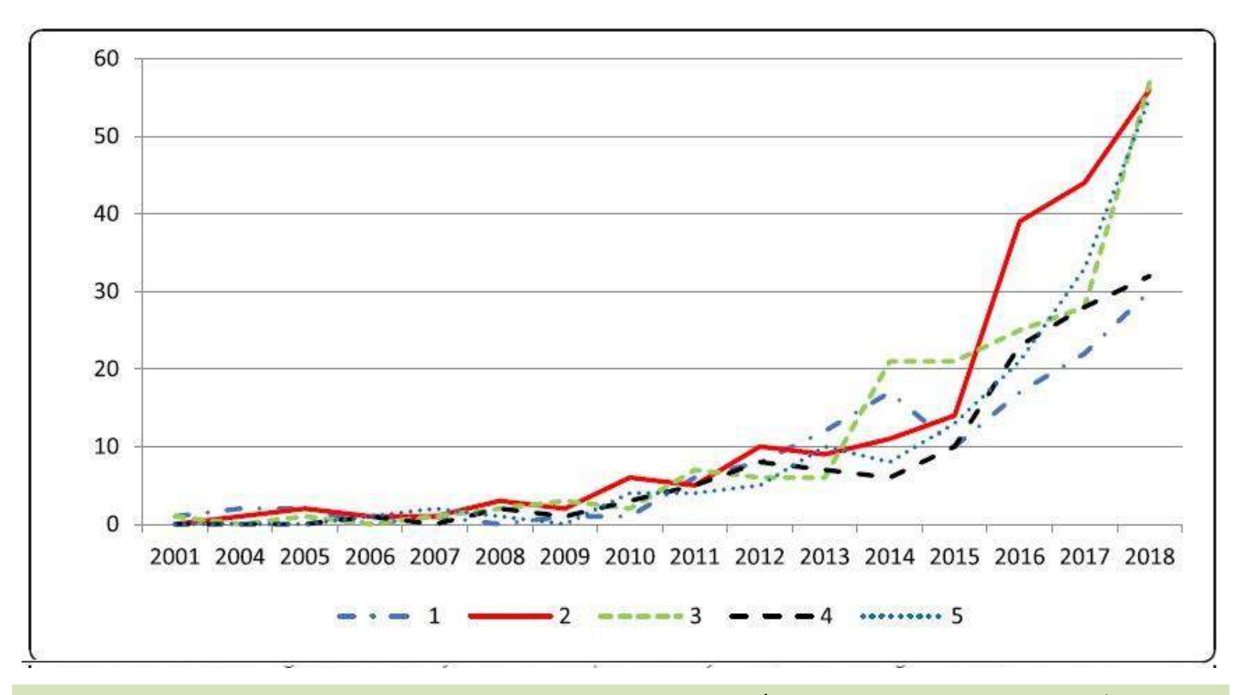
Ring-Whalen, Dare, Roehrig, Titu, and Crotty (2018). “From conception to curricula: The role of science, technology, engineering, and mathematics in integrated STEM units.” International Journal of Education in Mathematics Science and Technology, 6(4), 343–362.

(ملاحظة: تبحث هذه المقالة في مفاهيم تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات المتكامل التي يحملها معلمو العلوم أثناء الخدمة من خلال استخدام استنباط الصور الفوتوغرافية والمقابلات الخاصة وفحص كيفية انعكاس هذه المفاهيم في المناهج الدراسية المتكاملة التي أنشأها المعلم).

Schwab et al. (2018). “A summer STEM outreach program run by graduate students: Successes, challenges, and recommendations for implementation.” Journal of Research in STEM Education, 4(2), 117–129.

(ملاحظة: تتناول المقالة تفاصيل المنظمة ونطاق المؤسسة في برنامج مؤسسة العلوم والرياضيات وتقييم هذا البرنامج.)

كان الموضوع الذي يحتوي على ثاني أكبر عدد من البحوث المنشورة هو التعليم الاساسي " K-12 teaching " والمعلمين وإعدادهم "teacher and teacher education " (١٠٣، ١٢.٩٪)، يليه مباشرة "طلاب التعليم الاساسي (K-12 learner)، والتعلم وبيئة التعلم" learning, and learning environment " (٩٧، ١٢.٢٪). تشير النتائج على الأرجح إلى أن مجتمع البحث كان لديه اهتمام واسع في كل من التدريس والتعلم في تعليم STEM ما قبل الجامعي، وكانت الموضوعات الثلاثة السابقة هي نفسها في مراجعة IJ-STEM، (Li, Froyd, & Wang, 2019).



شكل ٩ توزيع البحوث ذات المؤلف الواحد أو متعددة المؤلفين عبر السنوات (ملحوظة: ١= مؤلف واحد؛ ٣= مؤلفان؛ ٣=ثلاثة مؤلفين، ٤=أربعة مؤلفين؛ ٥= خمسة مؤلفين أو أكثر

Fig. 9 Publication distribution with single or different joint authorship over the years. (Note: 1=single author; 2=two co-authors; 3=three coauthors; 4=four co-authors; 5=five or more co-authors)

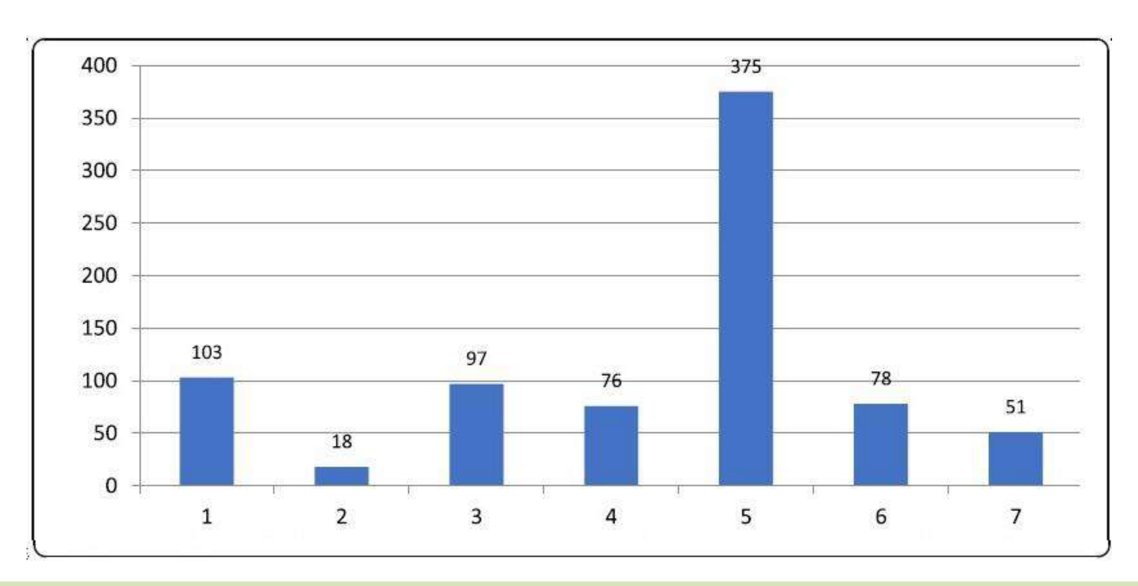


شكل ١٠ توزيع البحوث في التأليف عبر الفئات المختلفة حسب المشاركة عبر السنوات

Fig. 10 Publication distribution in authorship across different categories in terms of collaboration over the years

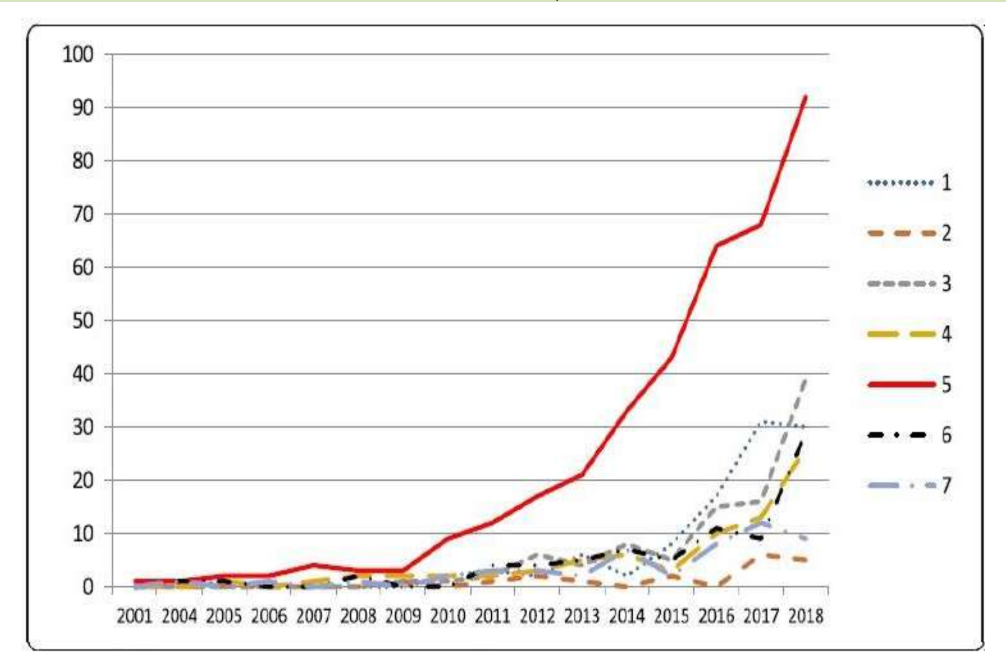
يوضح الشكل ١١ أيضًا أنه كانت هناك علاقة افتراضية بين موضوعين مع رابع أكثر البحوث المنشورة تراكمية، "متعلم وتعلم ما بعد المرحلة الثانوية" (٧٦، ٩.٥٪) و "الثقافة، والقضايا الاجتماعية، والجنس في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات" (٧٨، ٩.٨ ٪)، مثل هوية العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM)، واختيارات الطلاب المهنية في مجال العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، والدمج. تختلف هذه النتيجة عن مراجعة (IJSTEM) (Li, Froyd, & Wang, 2019)؛ حيث تم ربط "معلم تدريس العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات بعد المرحلة الثانوية" و "متعلم وتعلم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات بعد المرحلة الثانوية" رابع المواضيع الأكثر شيوعًا. ويرجع هذا الاختلاف على الأرجح إلى نطاق الدوريات وطول الفترة الزمنية التي تتم مراجعتها.

يوضح الشكل ١٢ عدد البحوث المنشورة سنوياً في كل فئة من فئات الموضوعات السبعة. وكما هو متوقع من النتائج في الشكل ١١، كان عدد البحوث المنشورة في فئة الموضوع ٥ (الأهداف، السياسة، المناهج، التقويم، القياس) هو الأكبر كل عام. وعدد البحوث المنشورة في فئة الموضوع ٣ (طلاب STEM في مراحل التعليم العام، والتعلم، وبيئة التعلم)، وفئة١ (التدريس في التعليم العام من الروضة وحتى الصف الثاني عشر K-12 ، والمعلمين، وتعليم المعلمين في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات)، وفئة ٦ (قضايا الثقافة، والمجتمع، والجنس "ذكور/اناث")، والفئة ٤ (المتعلمين والتعلم في مرحلة ما بعد المرحلة الثانوية، وبيئات التعلم) آخذ في الازدياد. وعلى الرغم من أن الشكل ١١ يوضح أن عدد البحوث المنشورة في فئة الموضوع ١ كان أعلى بقليل من عدد البحوث المنشورة في فئة الموضوع ٣ (انظر الشكل ١١)، فإن عدد البحوث المنشورة في فئة الموضوع ٣ كان يزداد بسرعة أكبر في السنوات الأخيرة من نظيره في فئة الموضوع ١. قد يشير هذا إلى اهتمام متزايد بسرعة أكبر في موضوع طلاب STEM في مراحل التعليم العام، والتعلم، وبيئة التعلم. لم يكن عدد البحوث المنشورة في فئتي الموضوع ٢ و ٧ في ازدياد، ولكن عدد البحوث المنشورة في IJ-STEM في فئة الموضوع ٢ كان ملحوظًا (Li, Froyd, & Wang, 2019)، وسيكون من المثير للاهتمام متابعة الاتجاهات في فئات الموضوعات السبعة في المستقبل.



شكل ١١ تكرارات توزيعات موضوعات البحوث المنشورة. (ملحوظة: ١=التدريس في التعليم العام؛ والمعلمين وإعداد المعلمين؛ ٢- التدريس في التعليم ما بعد الثانوي وأعضاء هيئة التدريس؛ ٣= طلاب STEM وتعلم STEM وبيئة التعلم ؛ ٤= المتعلمين والتعلم في ما بعد الثانوي وبيئة التعلم؛ ٥= الأهداف والسياسات والمناهج والتقويم والقياس (ويشمل أيضا مراجعة الأدب النظري)؛ ٦= قضايا الثقافة والمجتمع والجنس (ذكور/اناث)؛ ٧=التاريخ والفلسفة والتربية وطبيعة STEM وتعليم STEM

Fig. 11 Frequencies of publications' research topic distributions. (Note: 1=ما قبل الجامعي teaching, teacher and teacher education; 2=Post-secondary teacher and teaching; 3=ما قبل الجامعي STEM learner, learning, and learning environment; 4=Post-secondary STEM learner, learning, and learning environments; 5=Goals and policy, curriculum, evaluation, and assessment (including literature review); 6=Culture, social, and gender issues; 7= History, philosophy, Epistemology, and nature of STEM and STEM education)



شكل ١٢ توزيعات البحوث حسب موضوعات البحث عبر السنوات

Fig. 12 Publication distributions in terms of research topics over the years

المقالات المنشورة حسب منهج البحث

Published articles by research methods

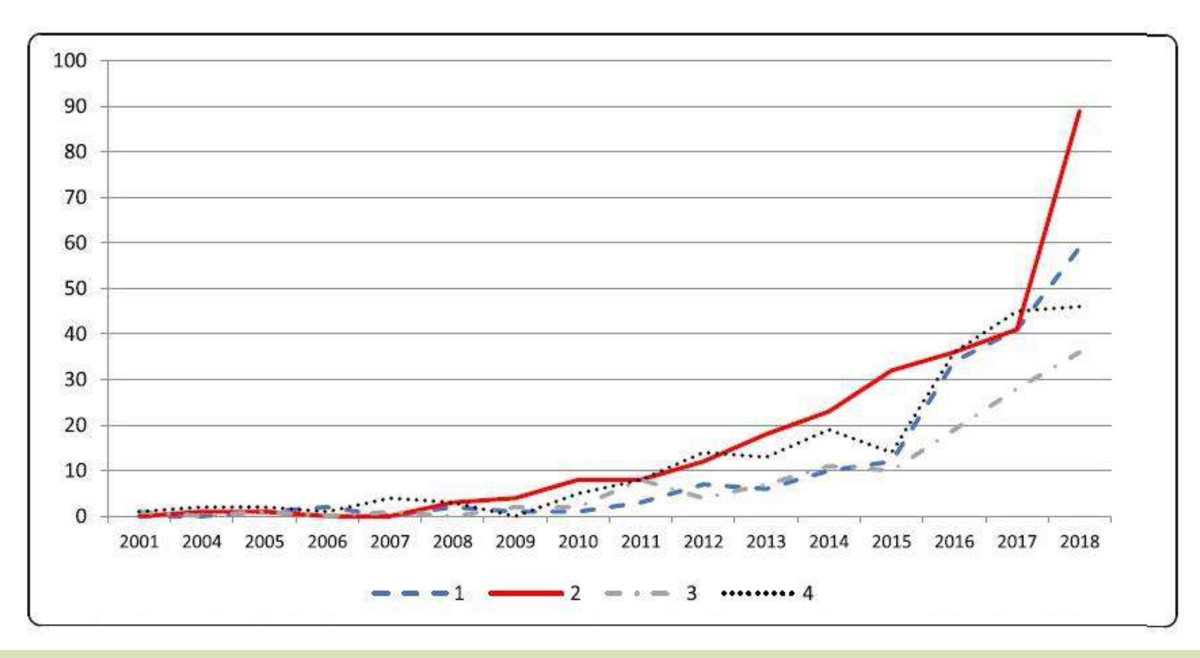
يوضح الشكل ١٣ عدد البحوث المنشورة في السنة حسب طرق البحث في الدراسات التجريبية. يتم عرض البحوث المنشورة ذات الدراسات غير التجريبية في فئة منفصلة.

على الرغم من زيادة عدد البحوث المنشورة في كل فئة من الفئات الأربع خلال فترة الدراسة، كان هناك العديد من البحوث المنشورة التي تقدم دراسات تجريبية أكثر من تلك المنشورة. بالنسبة لأولئك الذين لديهم دراسات تجريبية، زاد عدد البحوث المنشورة التي تستخدم الأساليب الكمية بسرعة أكبر في السنوات الأخيرة، تليها الأساليب النوعية ثم المختلطة. على الرغم من وجود العديد من البحوث المنشورة ذات الدراسات غير التجريبية (على سبيل المثال، الأوراق النظرية أو المفاهيمية، مراجعات الأدب) خلال فترة هذه الدراسة، كانت الزيادة في عدد البحوث المنشورة في هذه الفئة أقل بشكل ملحوظ من الدراسات التجريبية – يقصد المؤلفون بالتجريبية empirical البحوث التي اتبعت أحد تصميمات المناهج البحثية الكمية أو النوعية أو المختلطة، أما غير التجريبية non-empirical فيقصد بها الأوراق النظرية والمفاهيمية والمراجعات التي لم تخضع لمنهج بحثي مقنن[١٤]–.

ملحوظات ختامية Concluding remarks

يظهر التحليل المنهجي للبحوث التي اعتبرت في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في ٣٦ مجلة مختارة نموًا هائلاً في تطور المعرفة في هذا المجال من عام ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٨، خاصة خلال السنوات العشر الماضية. يشير تحليلنا إلى أن البحث في مجال تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) قد تم الاعتراف به بشكل متزايد كمجال موضوعي مهم وتم نشر الدراسات عبر العديد من المجلات المختلفة. ولا يزال الباحثون يحملون وجهات نظر متنوعة حول كيفية تحديد البحوث على أنها في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. ومع ذلك، كان المؤلفون يميزون مقالاتهم بشكل متزايد مع STEM أو STEAM أو الكلمات ذات الصلة في العناوين والملخصات وقوائم الكلمات المفتاحية خلال السنوات العشر الماضية.

[١٤] المترجم



شكل ١٣ توزيع البحوث حسب مناهج البحث عبر السنوات (ملحوظة: ١=نوعي؛ ٢=كمي؛ ٣؛ مختلط؛ ٤=غير ميداني

Fig. 13 Publication distributions in terms of research methods over the years. (Note: 1=qualitative, 2=quantitative, 3=mixed, 4=Non-empirical)

علاوة على ذلك، يظهر تحليلنا المنهجي زيادة كبيرة في عدد البحوث المنشورة في مجالات تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في السنوات الأخيرة، مما يشير إلى أن هذه المجالات تعمل بشكل جماعي على تطوير هويتها المهنية الخاصة. بالإضافة إلى ذلك، أصبحت المجلة الدولية لتعليم STEM [١٥] أول مجلة تعليمية في مجال تعليم STEM يتم قبولها في (SSCI) [١٦] في عام ٢٠١٩ (Li, 2019a).

قد يمثل الإنجاز علامة بارزة مهمة حيث تقوم مجالات تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات بتطوير هويتها الخاصة لنشر ومشاركة أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. تماشيًا مع مراجعاتنا السابقة (Li, Froyd, & Wang, 2019; Li, Wang, & Xiao, 2019)، ساهم المؤلفون من الولايات المتحدة الأمريكية، حيث نشأ تعليم STEM وSTEAM ، في الغالبية العظمى من البحوث المنشورة في أبحاث تعليم STEM، من أستراليا وكندا وتايوان؛ في الوقت نفسه، أصبح المؤلفون في بعض البلدان / المناطق في آسيا نشطين للغاية في هذا المجال على مدى السنوات العديدة الماضية. يتوافق هذا الاتجاه مع نتائج مراجعة IJ-STEM (Li, Froyd, & Wang, 2019) نأمل بالتأكيد أن تواصل الابحاث في مجال العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات تطويرها عبر القارات الخمس لدعم المبادرات والبرامج التعليمية في مجال العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في جميع أنحاء العالم.

---

(15) International Journal of STEM Education

[١٦] مؤشر الاقتباس للعلوم الاجتماعية Social Sciences Citation Index المترجم.

أظهر تحليلنا أن التعاون، كما هو موضح في البحوث المنشورة مع العديد من المؤلفين، كان شائعًا جدًا بين متخصصي تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، حيث غالبًا ما يميز تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات نفسه عن التعليم الفردي التقليدي النظامي. حاليًا، حدثت معظم عمليات التعاون بين المؤلفين من نفس البلد / المنطقة، على الرغم من أن التعاون عبر البلدان / المناطق كان يتزايد ببطء.

مع التغيرات السريعة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات على الصعيد الدولي (Li, 2019b)، غالبًا ما يكون من الصعب على الباحثين الحصول على فكرة عامة عن الموضوعات الساخنة المحتملة في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات خاصةً عندما ظهرت بحوث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في مجموعة واسعة من المجلات عبر مختلف المجالات. أظهر تحليلنا المنهجي للبحوث أن الدراسات في فئة الموضوعات للأهداف والسياسات والمناهج والتقويم والقياس كانت الأكثر انتشارًا حتى الآن. يشير تحليلنا أيضًا إلى أن مجتمع البحث كان لديه اهتمام واسع في كل من التدريس في التعليم العام من الروضة وحتى الصف الثاني عشر K-12، والمعلمين، وتعليم المعلمين في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. فئات الموضوعات الثلاثة الأولى هذه هي نفسها في مراجعة IJ-STEM (Li, Froyd, & Wang, 2019) سيستمر العمل في تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في التطور وسيكون من المثير للاهتمام مراجعة الاتجاهات في خمس سنوات أخرى.

بتشجيع من مراجعة IJ-STEM الأخيرة، بدأنا هذه المراجعة بهدف طموح لتقديم لمحة عامة عن حالة واتجاهات أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات. بطريقة ما، سمحت لنا هذه المراجعة المنهجية بتحقيق هدفنا الأولي مع نطاق أكبر من اختيار المجلة على مدى فترة أطول من وقت النشر، في الوقت نفسه، لا تزال هناك قيود، مثل قرار تحديد عدد المجلات التي نحدد منها البحوث المنشورة للتحليل. نحن نتفهم أن هناك العديد من البحوث المنشورة حول أبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات (STEM) التي لم يتم تضمينها في المراجعة. أيضا، حددنا فقط البحوث المنشورة في المجلات. على الرغم من أن هذا هو واحد من أهم المنافذ للباحثين لتبادل أعمالهم البحثية، إلا أن المراجعات المستقبلية يمكن أن تفحص البحوث المنشورة المتعلقة بأبحاث تعليم العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات في أماكن أخرى مثل الكتب ووقائع المؤتمرات ومقترحات الرسائل.

اختصارات Abbreviations [17]

المعنى باللغة العربية	المعنى باللغة الإنجليزية	الاختصار
تقنية المعلومات والاتصالات	Information and Communications Technology	ICT
المجلة الدولية لتعليم STEM	International Journal of STEM Education	IJ-STEM
التعليم العام أو الاساسي (من الروضة حتى الثالث الثانوي أو الصف الثاني عشر)	Kindergarten–Grade 12	K-12
العلوم والرياضيات والهندسة والتقنية	Science, Mathematics, Engineering, and Technology	SMET
العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات	Science, Technology, Engineering, and Mathematics	STEM
العلوم والتقنية والهندسة والفنون والرياضيات	Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics	STEAM
مؤشر الاقتباس للعلوم الاجتماعية	Social Sciences Citation Index	SSCI
مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية	National Science Foundation	NSF

[17] أضافها المترجم.

References المراجع

Borrego, M., Foster, M. J., & Froyd, J. E. (2015). What is the state of the art of systematic review in engineering education? Journal of Engineering Education, 104 (2), 212–242. https://doi.org/10.1002/jee.20069.

Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research – a systematic review of recent trends. Computers & Education, 114, 255–273.

Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. Journal of STEM Education: Innovations & Research, 13(5), 7–11.

Christenson, J. (2011). Ramaley coined STEM term now used nationwide. Winona Daily News Retrieved from http://www.winonadailynews.com/news/local/article_457afe3e-0db-11e1-abe0-001cc4c03286.html Accessed on 16 Jan 2018.

Chute, E. (2009). STEM education is branching out. Pittsburgh Post-Gazette Feb 9,2009. https://www.post-gazette.com/news/education/2009/02/10/STEMeducation- is-branching-out/stories/200902100165 Accessed on 2 Jan 2020.

DeCoito, I. (2016). STEM education in Canada: A knowledge synthesis. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 16(2), 114–128.

Dika, S. L., & D'Amico, M. M. (2016). Early experiences and integration in the persistence of first-generation college students in STEM and non-STEM majors. Journal of Research in Science Teaching, 53(3), 368–383.

English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. International Journal of STEM Education, 3, 3. https://doi.org/10.1186/s4059 4-016-0036-1.

Erduran, S., Ozdem, Y., & Park, J.-Y. (2015). Research trends on argumentation in science education: A journal content analysis from 1998-2014. International Journal of STEM Education, 2, 5. https://doi.org/10.1186/s40594-015-0020-1.

Gonzalez, H. B. & Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. CRS report for congress, R42642, https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf Accessed on 2 Jan 2020.

Henderson, C., Beach, A., & Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. Journal of Research in Science Teaching, 48(8), 952–984.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, A. (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. Washington: National Academies Press.

Howard, G. S., Cole, D. A., & Maxwell, S. E. (1987). Research productivity in psychology based on publication in the journals of the American Psychological Association. American Psychologist, 42(11), 975–986.

Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Moore, T. J. (2015). STEM roadmap: A framework for integration. London: Taylor & Francis.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. International Journal of STEM Education, 3, 11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z.

Kilpatrick, J. (1992). A history of research in mathematics education. In D. A. Grouws (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning (pp. 3–38). New York: Macmillan.

Kim, A. Y., Sinatra, G. M., & Seyranian, V. (2018). Developing a STEM identity among young women: A social identity perspective. Review of Educational Research, 88(4), 589–625.

Li, Y. (2014). International journal of STEM education – a platform to promote STEM education and research worldwide. International Journal of STEM Education, 1, 1. https://doi.org/10.1186/2196-7822-1-1.

Li, Y. (2018a). Journal for STEM education research – promoting the development of interdisciplinary research in STEM education. Journal for STEM Education Research, 1(1–2), 1–6. https://doi.org/10.1007/s41979-018-0009-z.

Li, Y. (2018b). Four years of development as a gathering place for international researchers and readers in STEM education. International Journal of STEM Education, 5, 54. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0153-0.

Li, Y. (2019a). Five years of development in pursuing excellence in quality and global impact to become the first journal in STEM education covered in SSCI. International Journal of STEM Education, 6, 42. https://doi.org/10.1186/s40594-019-0198-8.

Li, Y. (2019b). STEM education research and development as a rapidly evolving and international field. Journal of Mathematics Education, 28(3), 42–44.

Li, Y., Froyd, J. E., & Wang, K. (2019). Learning about research and readership development in STEM education: A systematic analysis of the journal's publications from 2014 to 2018. International Journal of STEM Education, 6, 19. https://doi.org/10.1186/s40594-019-0176-1.

Li, Y., & Schoenfeld, A. H. (2019). Problematizing teaching and learning mathematics as 'given' in STEM education. International Journal of STEM Education, 6, 44. https://doi.org/10.1186/s40594-019-0197-9.

Li, Y., Wang, K., & Xiao, Y. (2019). Exploring the status and development trends of STEM education research: A review of research articles in selected journals published between 2000 and 2018. Journal of Mathematics Education, 28(3), 45–52.

Lin, T.-J., Lin, T.-C., Potvin, P., & Tsai, C.-C. (2019). Research trends in science education from 2013 to 2017: A systematic content analysis of publications in selected journals. International Journal of Science Education, 41(3), 367–387.

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. International Journal of STEM Education, 6, 2. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2.

Minichiello, A., Hood, J. R., & Harkness, D. S. (2018). Bring user experience design to bear on STEM education: A narrative literature review. Journal for STEM Education Research, 1(1–2), 7–33.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. Journal of Research in Science Teaching, 47(4), 474–496.

Mizell, S., & Brown, S. (2016). The current status of STEM education research 2013-2015. Journal of STEM Education: Innovations & Research, 17(4), 52–56.

National Research Council. (2012). Discipline-based education research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. Washington DC: National Academies Press.

National Science Foundation (1998). Information technology: Its impact on undergraduate education in science, mathematics, engineering, and technology. (NSF 98–82), April 18–20, 1996. http://www.nsf.gov/cgi-bin/getpub?nsf9882 Accessed 16 Jan 2018.

Raju, P. K., & Sankar, C. S. (2003). Editorial. Journal of STEM Education: Innovations & Research, 4(3&4), 2.

Ring-Whalen, E., Dare, E., Roehrig, G., Titu, P., & Crotty, E. (2018). From conception to curricula: The role of science, technology, engineering, and mathematics in integrated STEM units. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 6(4), 343–362.

Schreffler, J., Vasquez III, E., Chini, J., & James, W. (2019). Universal design for learning in postsecondary STEM education for students with disabilities: A systematic literature review. International Journal of STEM Education, 6, 8. https://doi.org/10.1186/s40594-019-0161-8.

Schwab, D. B., Cole, L. W., Desai, K. M., Hemann, J., Hummels, K. R., & Maltese, A. V. (2018). A summer STEM outreach program run by graduate students: Successes, challenges, and recommendations for implementation. Journal of Research in STEM Education, 4(2), 117–129.

Sochacka, N. W., Guyotte, K. W., & Walther, J. (2016). Learning together: A collaborative autoethnographic exploration of STEAM (STEM+ the Arts) education. Journal of Engineering Education, 105(1), 15–42.

Sokolowski, A., Li, Y., & Willson, V. (2015). The effects of using exploratory computerized environments in grades 1 to 8 mathematics: A meta-analysisof research. International Journal of STEM Education, 2, 8. https://doi.org/10.1186/s40594-015-0022-z.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Pauw, J. B., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F.(2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. European Journal of STEM Education, 3(1), 2.

Tsai, C. C., & Wen, L. M. C. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: A content analysis of publication in selected journals. International Journal of Science Education, 27(1), 3–14.

United States Congress House Committee on Science. (1998). The state of science, math, engineering, and technology (SMET) education in America, parts I-IV, including the results of the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS): hearings before the Committee on Science, U.S.

House of Representatives, One Hundred Fifth Congress, first session, July 23, September 24, October 8 and 29, 1997. Washington: U.S. G.P.O.

Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). STEM lesson essentials, grades 3–8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics. Portsmouth, NH: Heinemann.

Wu, S. P. W., & Rau, M. A. (2019). How students learn content in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) through drawing activities. Educational Psychology Review. https://doi.org/10.1007/s10648-019-09467-3.

Xu, M., Williams, P. J., Gu, J., & Zhang, H. (2019). Hotspots and trends of technology education in the International Journal of Technology and Design Education: 2000-2018. International Journal of Technology and Design Education. https://doi.org/10.1007/s10798-019-09508-6.



978-603-03-5514-1
1442/1025